

DE 10062649

1/9/1

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2002 Thomson Derwent. All rts. reserv. 014386608  
WPI Acc No: 2002-207311/200227 XRPX Acc No: N02-157962

**Optimal solution method involves determining optimal n dimensional solution vector base on the optimal n dimensional solution vector candidates**

Patent Assignee: LION KK (LIOY ); SAKAMOTO S (SAKA-I); TAKAGI H (TAKA-I); WATANABE M (WATA-I)

Inventor: SAKAMOTO S; TAKAGI H; WATANABE M

Number of Countries: 003 Number of Patents: 006

**Patent Family:**

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 10062649	A1	20010628	DE 1062649	A	20001215	200227 B
US 20010005420	A1	20010628	US 2000738388	A	20001215	200227
JP 2001175637	A	20010629	JP 99356052	A	19991215	200227
JP 2001186598	A	20010706	JP 99365841	A	19991224	200227
JP 2001238294	A	20010831	JP 2000112890	A	20000414	200227
JP 2001238295	A	20010831	JP 2000112889	A	20000414	200227

Priority Applications (No Type Date): JP 2000112890 A 20000414; JP 99356050 A 19991215; JP 99356051 A 19991215; JP 99356052 A 19991215; JP 99365841 A 19991224; JP 2000112889 A 20000414

**Patent Details:**

Patent No	Kind	Lat Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 10062649	A1	59	G06F-015/18	
US 20010005420	A1		H04R-025/00	
JP 2001175637	A	7	G06F-015/18	
JP 2001186598	A	6	H04R-025/00	
JP 2001238294	A	13	H04R-025/00	
JP 2001238295	A	12	H04R-025/00	

**Abstract (Basic): DE 10062649 A1**

NOVELTY - The method involves calculating a n dimensional solution vector in accordance with the selected optional coordinate, based on the coordinates of the n dimensional solution vector candidates in a two dimensional area. The optimal n dimensional solution vector is determined based on the optimal n dimensional solution vector candidates.

DETAILED DESCRIPTION - The positions of the optimal n dimensional solution vector candidates are represented in the two dimensional area. The optional coordinate is selected in the two dimensional area.

INDEPENDENT CLAIMS are also included for the following:

- (a) a hearing aid adjustment device;
- (b) a setting method system optimization;
- (c) and a setting method system optimization device.

USE - For hearing-aid adjustment.

ADVANTAGE - Enables determining the optimal n dimensional solution vector efficiently and correctly. Performs a hearing aid adjustment operation based on the preference of a user which is hearing impaired. Enables receiving the optimal single image setting value according to the preference of the user.

Title Terms: OPTIMUM; SOLUTION; METHOD; DETERMINE; OPTIMUM; N; DIMENSION; SOLUTION; VECTOR; BASE; OPTIMUM; N; DIMENSION; SOLUTION; VECTOR; CANDIDATE

Derwent Class: P31; P86; T01; W04

International Patent Class (Main): G06F-015/18; H04R-025/00

International Patent Class (Additional): A61B-005/12; A61B-007/04; G06F-009/44; G06F-017/60; G06F-019/00; G06N-003/00; G10L-013/00; G10L-021/06; H04R-025/02; H04R-029/00

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): T01-J04C; T01-J08A; W04-Y03

?



⑯ ⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 100 62 649 A 1

⑯ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 06 F 15/18**  
G 06 F 17/60  
G 06 F 19/00  
A 61 B 5/12  
H 04 R 25/02

⑯ ⑯ Aktenzeichen: 100 62 649.1  
⑯ ⑯ Anmeldetag: 15. 12. 2000  
⑯ ⑯ Offenlegungstag: 28. 6. 2001

DE 100 62 649 A 1

⑯ Unionspriorität:

11-356050	15. 12. 1999	JP
11-356051	15. 12. 1999	JP
11-356052	15. 12. 1999	JP
11-365841	24. 12. 1999	JP
00-112889	14. 04. 2000	JP
00-112890	14. 04. 2000	JP

⑯ Erfinder:

Takagi, Hideyuki, Fukuoka, JP; Watanabe, Masahiro, Tokio/Tokyo, JP; Sakamoto, Shinichi, Tokio/Tokyo, JP

⑯ Anmelder:

Rion Co. Ltd., Kokubunji, Tokio/Tokyo, JP

⑯ Vertreter:

Berendt und Kollegen, 81667 München

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑯ Optimallösungsverfahren, Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung unter Verwendung des Optimallösungsverfahrens und Systemoptimierungs-Einstellverfahren und -vorrichtung

⑯ Ein Parameter-Schreibelement zum Umwandeln eines Lösungsvektors, der durch ein Optimallösungsverfahren gefunden wird, das einen optimalen n-dimensionalen Lösungsvektor, basierend auf einer Vielzahl von optimalen n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten, bestimmt, in Einstellparameterwerte eines programmierbaren Hörgeräts und zum Schreiben der Einstellparameterwerte in ein Hörgeräteparameter-Speicherelement des programmierbaren Hörgeräts und ein Klangquellen-Speicherelement zum Speichern einer Klangquelle und ein Klangquellen-Präsentationselement zum Präsentieren der Klangquelle zum programmierbaren Hörgerät sind vorgesehen.

Eine Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung unter Verwendung eines interaktiven genetischen Algorithmus ist vorgesehen, wobei ein Lösungsvektor, für welchen der Eignungswert rangmäßig höher ist, durch ein Element zum Ausdrücken eines Lösungsvektors klar ausgedrückt wird, um einen Parametersatz des programmierbaren Hörgeräts zu bestimmen, der für ein Subjekt optimal ist.

Eine Systemoptimierungs-Einstellvorrichtung unter Verwendung des interaktiven genetischen Algorithmus, von welchem das Subjekt akustische Information ist, ist mit einem Element zum Präsentieren akustischer Information zum Präsentieren der akustischen Information, die durch einen jeweiligen Lösungsvektor ausgedrückt wird, zu einem Anwender versehen, und einem Element zum Präsentieren eines visuellen Diagramms zum Bereitstellen eines visuellen Diagramms, basierend auf der akustischen ...

DE 100 62 649 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Optimallösungsverfahren zum Erhalten eines Ergebnisses einer optimalen Einstellung basierend auf einem Optimalwert unter einer Vielzahl von Bedingungen bzw. Zuständen und einer subjektiven Bewertung durch ein Individuum für Probleme, die nicht basierend auf quantitativen Bewertungskriterien eingestellt werden können, da die Bewertungskriterien subjektiv und unklar sind, einschließlich einer Einstellung vom akustischen Eigenschaften, Abbildungseigenschaften und ähnlichem, die zu den Präferenzen des Individuums passen, und insbesondere eine Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung unter Verwendung des Optimallösungsverfahrens und ein Systemoptimierungs-Einstellverfahren und die Vorrichtung dafür.

Wenn akustische Eigenschaften und Abbildungseigenschaften, die zu den Präferenzen eines Individuums passen, eingestellt werden, sind die Bewertungskriterien für diese Eigenschaften äußerst subjektiv und unklar. Da eine Neigung für die Präferenzen in bezug auf eine jeweilige Eigenschaft unter Anwendern stark schwankt, gibt es ein Problem, daß das eingestellte Ergebnis quantitativ nicht bewertet und ausgedrückt werden kann.

Zusätzlich ist es deshalb, weil es normalerweise eine Vielzahl von Parametern zum Einstellen der akustischen Eigenschaften und der Abbildungseigenschaften gibt, auf die abgezielt ist, und eine Interaktion zwischen diesen Parameterwerten einen starken Einfluß auf die subjektive Bewertung durch einen Anwender hat, weiterhin schwierig, das optimale Einstellergebnis zu bestimmen.

Zum Lösen dieser Probleme ist beispielsweise in der japanischen ungeprüften Patentveröffentlichung Nr. Hei 9-54765 ein Optimierungs-Einstellverfahren unter Verwendung eines interaktiven genetischen Algorithmus vorgeschlagen. Gemäß diesem Verfahren ist ein n-dimensionaler Vektor, von welchem das Element  $n$  Einheiten von Einstellparametern ist, ein Lösungsvektor (ein Chromosom), wobei dem Anwender ein akustisches Signal oder ein Bildsignal, das gemäß jedem Lösungsvektor verarbeitet wird, präsentiert wird. Der genetische Algorithmus wird dann basierend auf dem Bewertungswert durchgeführt, der durch den Anwender jedem Lösungsvektor zugeordnet wird, um einen optimalen Lösungsvektor abzuschätzen.

Gemäß diesem Verfahren kann eine Eigenschaft, daß der Anwender selbst sich subjektiv derart fühlt, daß es am angenehmsten ist, nicht durch getrenntes Berechnen des optimalen Werts für jeden Einstellwert berechnet werden, sondern durch Berücksichtigen der Interaktion zwischen allen Einstellwerten.

Bei einem herkömmlichen interaktiven genetischen Algorithmus wird oft ein Verfahren angewendet, das die Elitestrategie genannt wird. Beim genetischen Algorithmus haben Kinder (Lösungsvektoren der nächsten Generation), die durch Kreuzen ihrer Eltern (Lösungsvektoren) geboren sind, deren Bewertungswerte hoch gewesen sind, nicht immer so hohe Bewertungswerte wie ihre Eltern. Es gibt ein Problem, daß die Eltern, die in der vorangehenden Generation existiert haben, höhere Bewertungswerte als ihre Kinder haben, aber der Lösungsvektor der Eltern in der folgenden Generation nicht reproduziert werden kann, und es auch schwierig ist, zu einer optimalen Lösung zu konvergieren.

Die Elitestrategie ist ein Verfahren zum Vermeiden eines solchen Phänomens, welches Verfahren a-Einheiten von Eltern mit höheren Bewertungswerten für die nächste Generation läßt wie sie sind.

Ebenso ist ein weiteres Verfahren zum Bestimmen einer optimalen Abbildung in bezug auf ein bestimmtes Problem

vorgeschlagen (SIGGRAPH Conf. Proc., Vol. 1997, S. 389-400, 1997). Dies ist ein System, das einen n-dimensionalen Lösungsvektor ( $n > 2$ ) ausbildet, von welchem die Komponente ein charakteristischer Einstellwert eines Bildes ist, auf das abzuzielen ist. Jeder Lösungsvektor wird zur Darstellung für den Anwender auf einen zweidimensionalen Raum abgebildet. Wenn der Anwender irgendeine Koordinate innerhalb des zweidimensionalen Raums bestimmt, wird diesem Anwender ein Bild präsentiert, von welchem der Einstellwert ein Lösungsvektor entsprechend der Koordinate ist. Gemäß diesem Verfahren wird jeder Lösungsvektor unter Verwendung von MDS (einer mehrdimensionalen Skalierung) und ähnlichem basierend auf einem euklidischen Abstand zwischen jedem Vektor auf den zweidimensionalen Raum abgebildet, und ein optimaler Wert kann bestimmt werden, während es dem Anwender erlaubt, den Abstand in mehrdimensionalen Raum im zweidimensionalen Raum abzubilden.

Eine Hörgeräte-Anpassungsoperation wird derart angesehen, daß sie ein Beispiel für Probleme ist, die die akustischen Eigenschaften, die Abbildungseigenschaften und ähnlichem bestimmen, die an die Präferenzen eines Individuums angepaßt sind, welches ein Subjekt der vorliegenden Erfindung ist. Hörcharakteristiken bzw. Eigenschaften einer in

bezug auf das Hören beeinträchtigten Person unterscheiden sich bei Individuen, und auch ihre Präferenzen für einen Klang sind unterschiedlich. Die meisten Hörgeräte sind mit einer Vielzahl von Einstellfunktionen (beispielsweise Lautstärkesteuerung, Frequenzantwortsteuerung, Ausgabebegrenzungssteuerung, automatische Verstärkungssteuerung, etc.) versehen, um zu unterschiedlichen Typen von in bezug auf das Hören beeinträchtigten Personen zu passen.

Hörgeräte-Anpassungen sind Operationen zum Einstellen des Ausmaßes einer Einstellung (eines Einstellwerts) für jede Einstellfunktion auf einen Wert, der für jede in bezug auf ein Hören beeinträchtigte Person optimal ist. Die Anpassungsoperation wird normalerweise durch Einsetzen eines Werts von einem Audiogramm und ähnlichem in eine bekannte Anpassungsformel durchgeführt. Andererseits schlägt die japanische ungeprüfte Patentveröffentlichung Nr. Hei 9-54765 ein Verfahren zum Durchführen der Hörgeräte-Anpassungsoperation unter Verwendung des interaktiven genetischen Algorithmus vor, wobei der n-dimensionale Lösungsvektor durch Verwendung des Einstellwerts jeder Einstellfunktion zusammengesetzt ist.

Jedoch gibt es bei dem interaktiven genetischen Algorithmus ein Problem, daß ein einzelner optimaler Wert aufgrund einer einzelnen Bedingung für ein bestimmtes Problem bestimmt wird, und als Ergebnis der optimale Wert bestimmt worden ist, der spezifisch für diese Bedingung ist, d. h. für die Bedingung, die bei der Einstellung verwendet wird. Demgemäß muß bei einem Problem, bei welchem es eine Vielzahl von Bedingungen bzw. Zuständen gibt, der interaktive genetische Algorithmus in bezug auf jede Bedingung durchgeführt werden, und der optimale Wert muß bestimmt werden, der spezifisch für eine jeweilige Bedingung ist, wobei der schließlich einzelne optimale Wert separat bestimmt werden muß. Dieser schließlich optimale Wert ist durch die subjektive Bewertung eines Bedieners bestimmt worden, oder durch die Formel und ähnliches, die ungeachtet von Referenzen eines jeweiligen Anwenders vorbereitet sind.

Beispielsweise gibt es bei der Hörgeräte-Anpassungsoperation dann, wenn irgendeine einzelne Klangquelle (beispielsweise ein Sprachsignal) zum Durchführen des interaktiven genetischen Algorithmus verwendet wird, ein Problem, daß der optimale Wert bestimmt worden ist, der spezifisch für diese Klangquelle ist.

Das Hörgerät bzw. die Hörhilfe ist eine Vorrichtung, die unter verschiedenen Umgebungsbedingungen verwendet wird. Die in bezug auf ein Hören beeinträchtigten Personen müssen unter allen Umgebungsbedingungen mit angenehmen Hörbedingungen versehen werden. Demgemäß ist es nötig, den interaktiven genetischen Algorithmus bei einer Vielzahl von Bedingungen durchzuführen (beispielsweise einer Vielzahl von Umgebungsklängen), und nicht nur in bezug auf eine einzige Klangquelle, wobei ein optimaler Wert aus jeder Operation des genetischen Algorithmus eingesammelt werden muß, bevor der schließliche optimale Wert bestimmt wird.

Jedoch gibt es noch ein Problem, das dieser schließliche optimale Wert durch die subjektive Bewertung eines Bedieners oder die Formel und ähnliches bestimmt werden muß, die ungeachtet von Präferenzen eines jeweiligen Anwenders vorbereitet sind.

Bei dem Verfahren, bei welchem der mehrdimensionale Lösungsvektor auf den zweidimensionalen Raum abgebildet wird, so daß der Anwender den optimalen Wert bestimmen kann, wird dann, wenn die Dimensionszahl des Lösungsvektors und/oder die Zahl von Bits der Komponenten (ein Gen) des Lösungsvektors groß ist, die Anzahl von optimalen Lösungsvektorkandidaten, die im zweidimensionalen Raum darzustellen sind, groß. Somit dauert es eine lange Zeit zum Bestimmen des Optimalwerts, und es gibt ein Problem, daß sich ebenso eine dem Anwender auferlegte Belastung erhöht.

Beispielsweise wird bei der Hörgeräte-Anpassungsoperation dann, wenn der mehrdimensionale Lösungsvektor auf den zweidimensionalen Raum abgebildet wird, so daß der Anwender den optimalen Wert bestimmen kann, die Anzahl von optimalen Lösungsvektorkandidaten, die der in bezug auf ein Hören beeinträchtigten Person dargestellt werden, extrem abhängig von der Anzahl von Einstellfunktionen des Hörgeräts und/oder der Anzahl von Bits des Einstellwerts einer jeweiligen Einstellfunktion. Somit gibt es ein Problem, daß die zur Anpassung erforderliche Zeit sehr lang ist und sich die der in bezug auf ein Hören beeinträchtigten Person auferlegte Belastung auch erhöht.

Beim interaktiven genetischen Algorithmus gibt es ein Problem, daß es für den Anwender schwierig ist, die Kriterien für den Bewertungswert zu beurteilen. Die Beurteilungskriterien eines Menschen sind ungenau bzw. unsicher, und dann, wenn der Lösungsvektor, der eine höhere Bewertung erhalten hat, in der nächsten Generation reproduziert wird, bewertet ihn der Anwender nicht immer als höher.

Viele Anwender können sich nicht an akustische Eigenchaften bzw. Charakteristiken des bis dahin erzeugten Lösungsvektors erinnern. Selbst wenn dieselbe oder extrem ähnliche Lösungsvektoren in der nächsten Generation reproduziert werden, ist es für den Anwender schwierig, zu realisieren, daß diese die Vektoren sind, die zuvor erschienen sind, und als Ergebnis gibt es ein Problem, daß der Anwender seit dem letzten Mal eine unterschiedliche Bewertung durchgeführt hat. Dies zeigt, daß die Beurteilungskriterien eines Anwenders sich ändern, wann immer die Erzeugung des genetischen Algorithmus geändert wird.

Beim interaktiven genetischen Algorithmus wird der optimale Wert basierend auf der Bewertung eines Anwenders gesucht. Schwankungen bei einer solchen Bewertung üben einen großen Einfluß auf eine Konvergenzgeschwindigkeit und eine Genauigkeit des optimalen Werts aus.

Selbst wenn die Elitestruktur angewendet wird, ist es sehr schwierig, die Elite bei der vorangehenden Erzeugung aus einer Vielzahl von Lösungsvektoren bei der neuen Erzeugung zu identifizieren. Es ist unmöglich gewesen, diese Schwankungen bei einer Bewertung zu reduzieren.

Beispielsweise in dem Fall der Hörgeräte-Anpassungsoperation stellt ein in bezug auf ein Hören beeinträchtigter Anwender dann, wenn der Lösungsvektor (Anpassungswert), bei welchem er eine hohe Bewertung eingestellt hat, 5 ihm wieder präsentiert wird, nicht immer eine höhere Bewertung bei ihm ein. Demgemäß gibt es noch ein Problem, daß der Anwender bei demselben Vektor einen anderen Bewertungswert wie zuvor einstellt, wann immer die Erzeugung des genetischen Algorithmus geändert wird.

10 Selbst wenn die Elitestruktur angewendet wird, ist es für den Anwender sehr schwer, die Elite zu lokalisieren. Daher gibt es ein Problem, daß die Elite nicht als Beurteilungskriterien dient, und daß sich die Beurteilungskriterien geändert haben, wenn die Erzeugung geändert wird.

15 Die primäre Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht im Überwinden der oben angegebenen Probleme und im Bereitstellen eines Optimallösungsverfahrens für ein Problem, welches Verfahren einen optimalen n-dimensionalen Lösungsvektor basierend auf den optimalen n-dimensionalen

20 Lösungsvektorkandidaten entsprechend einer Vielzahl von Bedingungen bestimmt, wobei das Verfahren folgendes aufweist: einen ersten Schritt zum Darstellen von Positionen einer Vielzahl von optimalen n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten in einem zweidimensionalen Raum, einen zweiten Schritt zum Auswählen einer optionalen Koordinate im zweidimensionalen Raum, einen dritten Schritt zum Berechnen eines n-dimensionalen Lösungsvektors entsprechend der optionalen Koordinate, die basierend auf den Koordinaten der Vielzahl von n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten im zweidimensionalen Raum ausgewählt ist, dadurch gekennzeichnet, daß ein optimaler n-dimensionaler Lösungsvektor basierend auf der Vielzahl von optimalen n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten bestimmt wird.

25 Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht im Bereitstellen eines Optimallösungsverfahrens für ein Problem, welches Verfahren einem Anwender erlaubt, einen optimalen n-dimensionalen Lösungsvektor basierend auf den optimalen n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten entsprechend einer Vielzahl von Bedingungen bzw. Zuständen zu bestimmen, wobei das Verfahren folgendes aufweist: einen ersten Schritt zum Darstellen von Positionen einer Vielzahl optimaler n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten in einem zweidimensionalen Raum, einen zweiten Schritt zum Zulassen, daß ein Anwender eine optionale Koordinate im zweidimensionalen Raum auswählt, einen dritten Schritt zum Berechnen des n-dimensionalen Lösungsvektors entsprechend der optionalen Koordinate, die der Anwender ausgewählt hat, basierend auf den Koordinaten der Vielzahl von n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten im zweidimensionalen Raum und einem Bewertungswert durch den Anwender für die Vielzahl von n-dimensionalen Lösungsvektoren, die im voraus erhalten worden sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Anwender einen optimalen n-dimensionalen Lösungsvektor basierend auf der Vielzahl von optimalen n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten bestimmen kann.

30 Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht im Bereitstellen eines Optimallösungsverfahrens für ein Problem, welches Verfahren einem Anwender erlaubt, einen optimalen n-dimensionalen Lösungsvektor basierend auf den optimalen n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten entsprechend einer Vielzahl von Bedingungen bzw. Zuständen zu bestimmen, wobei das Verfahren folgendes aufweist:

35 einen ersten Schritt zum Darstellen von Positionen einer Vielzahl optimaler n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten in einem zweidimensionalen Raum, einen zweiten Schritt zum Zulassen, daß ein Anwender eine optionale Koordinate im zweidimensionalen Raum auswählt, einen dritten Schritt zum Berechnen des n-dimensionalen Lösungsvektors entsprechend der optionalen Koordinate, die der Anwender ausgewählt hat, basierend auf den Koordinaten der Vielzahl von n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten im zweidimensionalen Raum und einem Bewertungswert durch den Anwender für die Vielzahl von n-dimensionalen Lösungsvektoren, die im voraus erhalten worden sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Anwender einen optimalen n-dimensionalen Lösungsvektor basierend auf der Vielzahl von optimalen n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten bestimmen kann.

40 Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht im Bereitstellen eines Optimallösungsverfahrens für ein Problem, welches Verfahren einem Anwender erlaubt, einen optimalen n-dimensionalen Lösungsvektor basierend auf den optimalen n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten entsprechend einer Vielzahl von Bedingungen bzw. Zuständen zu bestimmen, wobei das Verfahren folgendes aufweist: einen ersten Schritt zum Darstellen von Positionen einer Vielzahl optimaler n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten in einem zweidimensionalen Raum, einen zweiten Schritt zum Zulassen, daß ein Anwender eine optionale Koordinate im zweidimensionalen Raum auswählt, einen dritten Schritt zum Berechnen des n-dimensionalen Lösungsvektors entsprechend der optionalen Koordinate, die der Anwender ausgewählt hat, basierend auf den Koordinaten der Vielzahl von n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten im zweidimensionalen Raum und einem Bewertungswert durch den Anwender für die Vielzahl von n-dimensionalen Lösungsvektoren, die im voraus erhalten worden sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Anwender einen optimalen n-dimensionalen Lösungsvektor basierend auf der Vielzahl von optimalen n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten bestimmen kann.

45 Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht im Bereitstellen eines Optimallösungsverfahrens für ein Problem, welches Verfahren einem Anwender erlaubt, einen optimalen n-dimensionalen Lösungsvektor basierend auf den optimalen n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten entsprechend einer Vielzahl von Bedingungen bzw. Zuständen zu bestimmen, wobei das Verfahren folgendes aufweist: einen ersten Schritt zum Darstellen von Positionen einer Vielzahl optimaler n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten in einem zweidimensionalen Raum, einen zweiten Schritt zum Zulassen, daß ein Anwender eine optionale Koordinate im zweidimensionalen Raum auswählt, einen dritten Schritt zum Berechnen des n-dimensionalen Lösungsvektors entsprechend der optionalen Koordinate, die der Anwender ausgewählt hat, basierend auf den Koordinaten der Vielzahl von n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten im zweidimensionalen Raum und einem Bewertungswert durch den Anwender für die Vielzahl von n-dimensionalen Lösungsvektoren, die im voraus erhalten worden sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Anwender einen optimalen n-dimensionalen Lösungsvektor basierend auf der Vielzahl von optimalen n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten bestimmen kann.

50 Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht im Bereitstellen eines Optimallösungsverfahrens für ein Problem, welches Verfahren einem Anwender erlaubt, einen optimalen n-dimensionalen Lösungsvektor basierend auf den optimalen n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten entsprechend einer Vielzahl von Bedingungen bzw. Zuständen zu bestimmen, wobei das Verfahren folgendes aufweist:

55 einen ersten Schritt zum Darstellen von Positionen einer Vielzahl optimaler n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten in einem zweidimensionalen Raum, einen zweiten Schritt zum Zulassen, daß ein Anwender eine optionale Koordinate im zweidimensionalen Raum auswählt, einen dritten Schritt zum Berechnen des n-dimensionalen Lösungsvektors entsprechend der optionalen Koordinate, die der Anwender ausgewählt hat, basierend auf den Koordinaten der Vielzahl von n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten im zweidimensionalen Raum und einem Bewertungswert durch den Anwender für die Vielzahl von n-dimensionalen Lösungsvektoren, die im voraus erhalten worden sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Anwender einen optimalen n-dimensionalen Lösungsvektor basierend auf der Vielzahl von optimalen n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten bestimmen kann.

Ebenso ist es dann, wenn die Vielzahl von optimalen n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten oder die Bewertung durch den Anwender der Vielzahl von n-dimensionalen Lösungsvektoren durch den interaktiven genetischen Algorithmus bestimmt wird, möglich, den optimalen Wert für die Vielzahl von Bedingungen und den Bewertungswert für die

Vielzahl von Lösungsvektoren effizient und richtig zu erhalten. Es ist daher möglich, den einzigen optimalen Wert angesichts der Vielzahl von Bedingungen effizient und richtig zu finden.

Wenn der n-dimensionale Lösungsvektor Einstellparameter des Hörgeräts aufweist, ist es möglich, eine Hörgeräte-Anpassungsoperation durchzuführen, die die Präferenzen eines jeweiligen in bezug auf ein Hören beeinträchtigten Anwenders für einen Klang enthält.

Wenn der n-dimensionale Lösungsvektor Einstellparameter eines Bildes aufweist, ist es möglich, beim Einschließen der Präferenzen eines jeweiligen Anwenders für das Bild einen optimalen einzigen Bildeinstellwert zu erhalten.

Wenn die Vielzahl von optimalen n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten der optimale n-dimensionale Lösungsvektor für eine Vielzahl von Klangquellen ist, ist es möglich, eine Anpassungsoperation durchzuführen, die für verschiedene Klangumgebungen geeignet ist und nicht die Anpassungsoperation, die für spezifizierte Klangumgebungen spezifisch ist, indem die präsentierten Klangquellen als eine Vielzahl von Umgebungsklängen verwendet werden.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht im Bereitstellen einer Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung, die eine Parameterschreibeinrichtung zum Umwandeln eines durch das Optimallösungsverfahren gefundenen n-dimensionalen Lösungsvektors in Einstellparameterwerte eines Hörgeräts und zum Schreiben des Parameterwerts in ein Hörgeräteparameter-Speicherelement des Hörgeräts aufweist, eine Klangquellen-Speichereinrichtung zum Speichern von Klangquellen und eine Klangquellen-Präsentationseinrichtung zum Präsentieren der Klangquelle zum Hörer.

Mit diesem Aufbau ist es möglich, eine Hörgeräte-Anpassungsoperation durchzuführen, die die Präferenzen eines jeweiligen in bezug auf ein Hören beeinträchtigten Anwenders für einen Klang enthält und für verschiedene Klangumgebungen geeignet ist.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht im Bereitstellen einer Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung, die folgendes aufweist: eine Parameterschreibeinrichtung zum Umwandeln eines durch das Optimallösungsverfahren gefundenen n-dimensionalen Lösungsvektors in Einstellparameterwerte eines Hörgeräts und zum Schreiben der Einstellparameterwerte in ein Hörgeräteparameter-Speicherelement des Hörgeräts, eine Klangquellen-Speichereinrichtung zum Speichern von Klangquellen, eine Klangquellen-Präsentationseinrichtung zum Präsentieren der Klangquelle zum Hörer, und eine Anzeigeeinrichtung zum Anzeigen der Einstellparameterwerte des Hörgeräts und/oder eines visuellen Diagramms basierend auf akustischer Information, die durch den n-dimensionalen Lösungsvektor ausgedrückt wird.

Mit diesem Aufbau ist es möglich, eine Hörgeräte-Anpassungsoperation durchzuführen, die die Präferenzen des in bezug auf ein Hören beeinträchtigten Anwenders für den Klang enthält und für verschiedene Klangumgebungen geeignet ist, und zwar unter Bezugnahme auf den Einstellparameterwert des Hörgeräts und/oder das visuelle Diagramm basierend auf der akustischen Information, welches durch die Anzeigeeinrichtung angezeigt wird.

Weiterhin ist es dann, wenn der n-dimensionale Lösungsvektor entsprechend optionaler Koordinaten, die der Anwender ausgewählt hat, in die Einstellparameterwerte des Hörgeräts umgewandelt ist, dann die Parameterwerte in das Hörgeräte-Parameterspeicherelement des Hörgeräts geschrieben sind und die Vielzahl von Klangquellen in Aufeinanderfolge dem Anwender präsentiert sind, möglich, den optimalen Anpassungswert zu bestimmen, während der

Hörgeräteeffekt des Anpassungswerts, den ein jeweiliger in bezug auf ein Hören beeinträchtigter Anwender selbst ausgewählt hat, in verschiedenen Klangumgebungen bestätigt wird.

5 Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht im Bereitstellen eines Systemoptimierungs-Einstellverfahrens unter Verwendung eines interaktiven genetischen Algorithmus, wobei dann, wenn ein neuer Lösungsvektorsatz durch Durchführen arithmetischer Rekombinationsoperatio-

10 nen basierend auf einer genetischen Rekombination eines Lösungsvektors in einem Lösungsvektorsatz basierend auf einem Eignungswert jedes Lösungsvektors erzeugt wird, eine vorbestimmte Anzahl von Lösungsvektoren, für welche der Eignungswert im Lösungsvektorsatz der vorangehenden Erzeugung hoch ist, im neuen Lösungsvektorsatz enthalten ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Lösungsvektoren, für welche der Eignungswert hoch ist, klar ausgedrückt werden.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht im Bereitstellen einer Systemoptimierungs-Einstellvorrichtung unter Verwendung eines interaktiven genetischen Algorithmus, welche Vorrichtung folgendes aufweist: ein Lösungsvektorsatz-Erzeugungselement zum Erzeugen eines neuen Lösungsvektorsatzes durch Durchführen arithmetischer Rekombinationsoperationen basierend auf einer genetischen Rekombination eines Lösungsvektors in einem Lösungsvektorsatz basierend auf einem Eignungswert jedes Lösungsvektors, wobei das Lösungsvektorsatz-Erzeugungselement eine Funktion zum Enthalten einer vorbestimmten Anzahl von Lösungsvektoren, für welche der Eignungswert im Lösungsvektorsatz der vorangehenden Erzeugung hoch ist, im neuen Lösungsvektorsatz aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß ein Lösungsvektor-Ausdrückelement zum klaren Ausdrücken des Lösungsvektors vorgesehen ist, für welchen der Eignungswert hoch ist.

20 25 30 Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht im Bereitstellen einer Systemoptimierungs-Einstellvorrichtung unter Verwendung eines interaktiven genetischen Algorithmus, welche Vorrichtung folgendes aufweist: ein Lösungsvektorsatz-Erzeugungselement zum Erzeugen eines neuen Lösungsvektorsatzes durch Durchführen arithmetischer Rekombinationsoperationen basierend auf einer genetischen Rekombination eines Lösungsvektors in einem Lösungsvektorsatz basierend auf einem Eignungswert jedes Lösungsvektors, wobei das Lösungsvektorsatz-Erzeugungselement eine Funktion zum Enthalten einer vorbestimmten Anzahl von Lösungsvektoren, für welche der Eignungswert im Lösungsvektorsatz der vorangehenden Erzeugung hoch ist, im neuen Lösungsvektorsatz aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß ein Lösungsvektor-Ausdrückelement zum klaren Ausdrücken des Lösungsvektors vorgesehen ist, für welchen der Eignungswert hoch ist.

35 Mit diesem Verfahren und dieser Vorrichtung ist es dann, wenn das Systemoptimierungs-Einstellverfahren unter Verwendung des interaktiven genetischen Algorithmus für ein Problem durchgeführt wird, für welches die Bewertungskriterien subjektiv und unklar sind, für jeden Anwender möglich, das Problem zu bewerten, während die Bewertungskriterien bestätigt werden, und die optimale Lösung effizient und richtig zu finden, indem die Schwankungen bei der Bewertung minimiert werden.

Weiterhin wird dann, wenn der Lösungsvektor, für welchen der Eignungswert hoch ist, in einer Farbe spezifiziert wird, die anders als für andere Lösungsvektoren ist, ein Eliteindividuum im interaktiven genetischen Algorithmus in einer anderen Farbe spezifiziert. Es ist daher für jeden Anwender möglich, den Lösungsvektor zu bewerten, während die Bewertungskriterien bestätigt werden, und die optimale Lösung effizient und richtig zu finden, indem die Schwankungen bei der Bewertung minimiert werden.

40 45 50 Wenn der Lösungsvektor, für welchen der Eignungswert hoch ist, in einer anderen Helligkeit wie andere Lösungsvektoren spezifiziert wird, wird ein Eliteindividuum im interaktiven genetischen Algorithmus in einer anderen Helligkeit spezifiziert. Es ist daher für den Anwender möglich, den Lösungsvektor zu bewerten, während die Bewertungskriterien bestätigt werden, und die optimale Lösung effizient und richtig zu finden, indem die Schwankungen bei der Bewertung minimiert werden.

55 Wenn der Lösungsvektor, für welchen der Eignungswert hoch ist, in einer Form spezifiziert wird, die anders als bei anderen Lösungsvektoren ist, wird ein Eliteindividuum im interaktiven genetischen Algorithmus in einer anderen Form spezifiziert. Es ist daher für jeden Anwender möglich, den Lösungsvektor zu bewerten, während die Bewertungskriterien bestätigt werden, und die optimale Lösung effizient und richtig zu finden, indem die Schwankungen bei der Bewertung minimiert werden.

60 Wenn der Lösungsvektor, für welchen der Eignungswert hoch ist, in einer anderen Form spezifiziert wird, die anders als bei anderen Lösungsvektoren ist, wird ein Eliteindividuum im interaktiven genetischen Algorithmus in einer anderen Form spezifiziert. Es ist daher für jeden Anwender möglich, den Lösungsvektor zu bewerten, während die Bewertungskriterien bestätigt werden, und die optimale Lösung effizient und richtig zu finden, indem die Schwankungen bei der Bewertung minimiert werden.

65 Wenn der Lösungsvektor, für welchen der Eignungswert hoch ist, in einer Form spezifiziert wird, die anders als bei anderen Lösungsvektoren ist, wird ein Eliteindividuum im interaktiven genetischen Algorithmus in einer anderen Form spezifiziert. Es ist daher für jeden Anwender möglich, den Lösungsvektor zu bewerten, während die Bewertungskriterien bestätigt werden, und die optimale Lösung effizient und richtig zu finden, indem die Schwankungen bei der Bewertung minimiert werden.

richtig zu finden, indem die Schwankungen bei der Bewertung minimiert werden.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht im Bereitstellen eines Systemoptimierungs-Einstellverfahrens unter Verwendung eines interaktiven genetischen Algorithmus, von welchem das Subjekt akustische Information ist, dadurch gekennzeichnet, daß dann, wenn dem Anwender durch einen jeweiligen Lösungsvektor ausgedrückte akustische Information präsentiert wird, ein visuelles Diagramm basierend auf der durch einen jeweiligen Lösungsvektor ausgedrückte akustische Information bereitgestellt wird.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht im Bereitstellen einer Systemoptimierungs-Einstellvorrichtung unter Verwendung eines interaktiven genetischen Algorithmus, von welchem das Subjekt akustische Information ist, welche Vorrichtung folgendes aufweist: ein Element zum Präsentieren akustischer Information zum Präsentieren der durch einen jeweiligen Lösungsvektor ausgedrückten akustischen Information zu einem Anwender und ein Element zum Präsentieren eines visuellen Diagramms zum Bereitstellen eines visuellen Diagramms basierend auf der durch den Lösungsvektor ausgedrückten akustischen Information.

Mit diesem Verfahren und dieser Vorrichtung kann ein Anwender dann, wenn er einen jeweiligen Lösungsvektor bewertet, sich auf einfache Weise an den Wert erinnern, welchen er für die vergangenen Lösungsvektoren bestimmt hat. Es ist daher möglich, die optimale Lösung effizient und richtig zu finden, indem die Schwankungen bei der Bewertung minimiert werden.

Ebenso kann der Anwender dann, wenn das visuelle Diagramm Frequenzantwortkurven der akustischen Information zeigt, da die Frequenzantwortkurven der akustischen Information als visuelles Diagramm zur Verfügung gestellt werden, sich auf einfache Weise an die Bewertung erinnern, die er für vergangene Lösungsvektoren durchgeführt hat. Es ist daher möglich, die optimale Lösung effizient und richtig zu finden, indem die Schwankungen bei der Bewertung minimiert werden.

Wenn das visuelle Diagramm Eingabe/Ausgabe-Funktionen der akustischen Information zeigt, da die Eingabe/Ausgabe-Funktionen der akustischen Information als visuelles Diagramm zur Verfügung gestellt werden, kann sich der Anwender auf einfache Weise an die Bewertung erinnern, die er für vergangene Lösungsvektoren durchgeführt hat. Es ist daher möglich, die optimale Lösung effizient und richtig zu finden, indem die Schwankungen bei der Bewertung minimiert werden.

Wenn das visuelle Diagramm eine Wellenform der akustischen Information ist, da die Wellenform der akustischen Information als visuelles Diagramm zur Verfügung gestellt wird, kann sich der Anwender auf einfache Weise an die Bewertung erinnern, die er für vergangene Lösungsvektoren durchgeführt hat. Es ist daher möglich, die optimale Lösung effizient und richtig zu finden, indem die Schwankungen bei der Bewertung minimiert werden.

Wenn das visuelle Diagramm ein Klangspektrogramm der akustischen Information ist, da das Klangspektrogramm der akustischen Information als visuelles Diagramm zur Verfügung gestellt wird, kann sich der Anwender auf einfache Weise an die Bewertung erinnern, die er für vergangene Lösungsvektoren durchgeführt hat. Es ist daher möglich, die optimale Lösung effizient und richtig zu finden, indem die Schwankungen bei der Bewertung minimiert werden.

Die obigen und andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung klarer werden, wenn sie in Zusammenhang mit

den beigefügten Zeichnungen gelesen wird.

Fig. 1 ist ein schematisches Diagramm einer Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

5 Fig. 2 ist ein Ablaufdiagramm zum Erhalten eines optimalen Werts für drei Umgebungsklänge und von Bewertungswerten einer Vielzahl von Lösungsvektoren im voraus;

10 Fig. 3 ist ein Ablaufdiagramm zum Bestimmen eines einzigen schließlichen optimalen Anpassungswerts basierend auf einem Ergebnis, das aus einem in Fig. 2 gezeigten Verfahren verfügbar ist;

15 Fig. 4 ist eine Ansicht, die ein Beispiel eines zweidimensionalen Raums zeigt, der bei einem Verfahren verwendet wird, wie es in Fig. 2 gezeigt ist;

20 Fig. 5 ist ein Ablaufdiagramm zum Bestimmen eines einzelnen schließlichen optimalen Anpassungswerts basierend auf einem Ergebnis, das aus dem Verfahren verfügbar ist, wie es in Fig. 2 gezeigt ist;

25 Fig. 6 ist eine Ansicht, die ein Beispiel eines zweidimensionalen Raums zeigt, der bei einem Verfahren verwendet wird, wie es in Fig. 5 gezeigt ist;

30 Fig. 7 ist ein Ablaufdiagramm einer Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zum Bestimmen eines einzelnen schließlichen optimalen Anpassungswerts basierend auf einem Ergebnis, das aus dem Verfahren verfügbar ist, wie es in Fig. 2 gezeigt ist;

35 Fig. 8 ist eine Ansicht, die ein Beispiel eines zweidimensionalen Raums zeigt, der bei einem Verfahren verwendet wird, wie es in Fig. 7 gezeigt ist;

40 Fig. 9 ist ein weiteres Ablaufdiagramm zum Bestimmen eines einzelnen schließlichen optimalen Anpassungswerts basierend auf einem Ergebnis, das aus dem Verfahren verfügbar ist, wie es in Fig. 2 gezeigt ist;

45 Fig. 10 ist eine Ansicht, die ein Beispiel eines zweidimensionalen Raums zeigt, der bei einem Verfahren verwendet wird, wie es in Fig. 9 gezeigt ist;

50 Fig. 11 ist ein schematisches Diagramm einer Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

55 Fig. 12 ist ein Ablaufdiagramm der Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

60 Fig. 13 ist eine Ansicht, die ein Beispiel einer Bildebene zeigt, die die Elite spezifiziert;

65 Fig. 14 ist ein schematisches Diagramm einer Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

Fig. 15 ist ein Ablaufdiagramm der Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 16 ist eine Ansicht, die ein Beispiel einer Bildebene zeigt, die einem Anwender präsentiert wird.

Nun werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

Eine Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung weist, wie es in Fig. 1 gezeigt ist, folgendes auf: ein Klangquellen-Verarbeitungselement 1, ein Parametererzeugungselement 2 und ein Element 3 zum Anzeigen eines zweidimensionalen Raums. Ein Bezugszeichen 4 ist ein sogenanntes programmierbares Hörgerät und ein Bezugszeichen 6 ist ein Lautsprecher zum Präsentieren eines Sprachklangs, eines Umgebungsgeräts und von ähnlichem zum programmierbaren Hörgerät 4.

Das Klangquellen-Verarbeitungselement 1 besteht aus einem Klangquellen-Speicherelement 1a, einem Klangquel-

lensignal-Wandlerelement 1b, einem Klangquellsignal-Auswahlelement 1c und einem Klangquellen-Präsentationselement 1d. Das Parametererzeugungselement 2 besteht aus einem Element 2a zum Erhalten einer Koordinate, einem Lösungsvektor-Berechnungselement 2b und einem Parameter-Schreibelement 2c. Das Element 3 zum Anzeigen eines zweidimensionalen Raums besteht aus einem Element 3a zum Erhalten eines optimalen Lösungsvektors, einem Element 3b zum Berechnen einer zweidimensionalen Koordinate und einem Anzeigeelement 3c.

Das programmierbare Hörgerät 4 besteht aus einem Mikrofon 4a, einem Verstärker 4b, einem Hörgeräte-Verarbeitungselement 4c, einem Ohrhörer 4d und einem Parameter-Speicherelement 5, wobei das Parameter-Schreibelement 2c mit dem Parameter-Speicherelement 5 des programmierbaren Hörgeräts 4 verbunden ist.

Das Klangquellen-Speicherelement 1a speichert eine Vielzahl von Umgebungsklangdateien, in welchen die Umgebungsklänge, die bei einer Anpassungsoperation verwendet werden, digital aufgezeichnet sind, und eine Kalibrierungsklangdatei. Die Umgebungsklangdatei und die Kalibrierungsklangdatei sind beispielsweise aus digitalen Daten in einem WELLEN-Dateienformat (= WAVE file format) zusammengesetzt.

Das Klangquellen-Wandlerelement 1b hat eine Funktion zum Zugreifen auf die Umgebungsklangdatei, die im Klangquellen-Speicherelement 1a gespeichert ist, basierend auf einem Steuersignal vom Klangquellsignal-Auswahlelement 1c. Das Klangquellsignal-Wandlerelement 1b hat auch eine Funktion zum Umwandeln der digitalen Daten, die in der Umgebungsklangdatei gespeichert sind, in ein analoges Umgebungsklangsignal.

Das Klangquellen-Präsentationselement 1d verstärkt oder dämpft ein Klangquellsignal (ein analoges Signal), das vom Klangquellsignal-Wandlerelement 1b ausgegeben wird, auf einen vorbestimmten Pegel. Das Klangquellen-Präsentationselement 1d präsentiert dann das verstärkte oder gedämpfte Klangquellsignal zum programmierbaren Hörgerät 4 unter Verwendung eines Lautsprechers 6 und von ähnlichem.

Das Element 2a zum Erhalten einer Koordinate enthält eine optimale zweidimensionale Koordinate, die ein Anwender innerhalb des zweidimensionalen Raums ausgewählt hat, der beim Anzeigeelement 3c angezeigt wird. Das Lösungsvektor-Berechnungselement 2b berechnet einen n-dimensionalen Lösungsvektor, der aus Einstellwerten für eine jeweilige Einstellfunktion des Hörgeräts zusammengesetzt ist, aus der zweidimensionalen Koordinate, welche das Element 2a zum Erhalten einer Koordinate erhalten hat.

Das Parameter-Schreibelement 2c hat eine Funktion zum Schreiben des beim Lösungsvektor-Berechnungselement 2b berechneten Lösungsvektors in das Parameter-Speicherelement 5 des programmierbaren Hörgeräts 4 als Parameter der Einstellfunktionen des programmierbaren Hörgeräts 4.

Das Element 3a zum Erhalten eines optimalen Lösungsvektors erhält einen vorbestimmten optimalen Anpassungswert (d. h. einen optimalen Lösungsvektor) des Anwenders zu jedem Umgebungsklang.

Das Element 3b zum Berechnen einer zweidimensionalen Koordinate berechnet Koordinaten des zweidimensionalen Raums, der dem Anwender darzustellen ist, aus dem Lösungsvektor, den das Element 3a zum Erhalten eines optimalen Lösungsvektors erhalten hat.

Das Anzeigeelement 3c kann dem Anwender den zweidimensionalen Raum basierend auf den Koordinaten des zweidimensionalen Raums darstellen, den das Element 3b zum Berechnen einer zweidimensionalen Koordinate berechnet hat. Das Anzeigeelement 3b kann auch Einstellpara-

meterwerte (beispielsweise eine akustische Verstärkung: VERSTÄRKUNG (= GAIN), eine Ausgabebegrenzung: MOP und einen Kniepunkt für Eingabe/Ausgabe-Funktionen: TK und ähnliches) des programmierbaren Hörgeräts 4 und eine akustische Information (Frequenzantwortdiagramm, Eingabe/Ausgabe-Funktionsdiagramm, Zeit-Wellenform-Diagramm und Klangspektrogramm) basierend auf den Koordinaten des zweidimensionalen Raums darstellen, den das Element 3b zum Berechnen einer zweidimensionalen Koordinate berechnet hat.

Das Klangquellen-Speicherelement 1a, das Klangquellsignal-Wandlerelement 1b und das Klangquellsignal-Auswahlelement 1c, die das Klangquellen-Verarbeitungselement 1 bilden, das Element 2a zum Erhalten einer Koordinate und das Lösungsvektor-Berechnungselement 2b, die das Parameter-Erzeugungselement 2 bilden, und das Element 3a zum Erhalten eines optimalen Lösungsvektors, das Element zum Berechnen einer zweidimensionalen Koordinate und das Anzeigeelement 3c, die das Element 3 zum Anzeigen eines zweidimensionalen Raums bilden, können durch einen Personalcomputer zur Verfügung gestellt sein.

Das bedeutet, daß eine im Personalcomputer selbst enthaltene Festplatte und/oder ein Speicher die Funktion des Klangquellen-Speicherelements 1a annimmt. Eine CPU und ein vorbestimmtes Programm nehmen Funktionen des Klangquellsignal-Wandlerelements 1b, des Klangquellsignal-Auswahlelements 1c, des Lösungsvektor-Berechnungselement 2b und des Elements 3b zum Berechnen einer zweidimensionalen Koordinate an. Eine Tastatur und/oder eine Maus nehmen/nimmt Funktionen des Elements 2a zum Erhalten einer Koordinate, des Elements 3a zum Erhalten eines optimalen Lösungsvektors an, und eine Anzeige nimmt die Funktion des Anzeigeelements 3c an.

Nun wird eine Operation bzw. ein Betrieb der Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung, die wie oben aufgebaut ist, gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung hierin nachfolgend unter Bezugnahme auf Ablaufdiagramme erklärt, wie sie in den Fig. 2 und 3 gezeigt sind.

In Fig. 2 wird in einem Schritt SP 1 vor der Anpassungsoperation das Klangquellsignal-Auswahlelement 1c zum Zugreifen auf eine Kalibrierungsklangdatei vom Klangquellen-Speicherelement 1a für eine präsentierte Klangdruckpegelkalibrierung betrieben, wenn die Klangquelle präsentiert wird. Die Kalibrierungsklangdatei wird dann vom Klangquellen-Präsentationselement 1d präsentiert.

In einem Schritt SP 2 wird die Kalibrierung eines präsentierten Klangdruckpegels unter Verwendung eines Klangpegelmeßgeräts und von ähnlichem durch Steuern des Ausmaßes einer Verstärkung oder einer Dämpfung des Klangquellen-Präsentationselement 1d durchgeführt.

Als nächstes wird in einem Schritt SP 3 ein Audiogramm einer in bezug auf ein Hören beeinträchtigten Person gemessen. In einem Schritt SP 4 wird ein temporärer Anpassungswert unter Verwendung des gemessenen Audiogramms in einer bekannten Hörgeräte-Anpassungsformel berechnet.

In Schritten SP 5 und SP 6 wird eine Initialisierung (i = 1, k = 1) durchgeführt. In einem Schritt SP 7 wird auf eine Umgebungsklangdatei zugegriffen. Beispielsweise wird die Information über "eine Umgebung, in welcher ein Hörgerät am häufigsten verwendet wird" von einem Subjekt im voraus erhalten, und die Umgebungsklangdatei, die als einer solchen Umgebung am nächstkommenden angesehen wird, wird hier verwendet.

Gemäß den Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung wird der Umgebungsklang in drei Typen klassifiziert, nämlich ein domestisches Rauschen S<sub>1</sub>, ein Bürorauschen S<sub>2</sub> und ein Fabrikrauschen S<sub>3</sub>.

Als nächstes werden in einem Schritt SP 8 Anpassungswerte, die aus den Einstellwerten einer jeweiligen Einstellfunktion des programmierbaren Hörgeräts 4 zusammengesetzt sind, zu einem Lösungsvektor transformiert. Hier wird ein Lösungsvektorsatz durch  $p_{ik}$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, m$ ,  $k = 1, 2, 3, \dots, n$ ) ausgedrückt, und bei dem Ausführungsbeispiel gemäß der vorliegenden Erfindung gilt  $m = 3$ ,  $n = 20$ .

In einem Schritt SP 9 wird der Lösungsvektor  $p_{ik}$ , der beim Parameter-Schreibelement 2c bestimmt wird, in Parameter des programmierbaren Hörgeräts 4 umgewandelt. In einem Schritt SP 10 werden die Parameter dann in das Parameter-Speicherelement 5 des programmierbaren Hörgeräts 4 geschrieben.

Als nächstes wird in einem Schritt SP 11 die Umgebungs-klangdatei, auf die früher zugegriffen worden ist, bei dem Klangquellensignal-Wandlerelement 1b und dem Klangquellen-Präsentationselement 1d reproduziert und dem programmierbaren Hörgerät 4 vom Lautsprecher 6 präsentiert. Das Subjekt hört auf einen Ausgabeklang (d. h. den Umgebungs-klang, der mittels dem Hörgerät gemäß dem Lösungsvektor  $p_{ik}$  verarbeitet worden ist) des programmierbaren Hörgeräts 4.

In einem Schritt SP 12 wird ein Wert  $E_{ik}$  aus einer Bewertung des präsentierten Klangs durch das Subjekt, d. h. zu dieser Zeit der Lösungsvektor  $p_{ik}$ , erhalten. Der Wert  $E_{ik}$  ist ein numerischer Wert, der die subjektive Bewertung eines Subjekts basierend auf einem Komfort, einer Wahrnehmbarkeit und ähnlichem für den präsentierten Klang ausgedrückt. Der Wert  $E_{ik}$  ist in fünf Stufen von 1 bis 5 klassifiziert, wobei bei diesem Ausführungsbeispiel der Wert 1 die niedrigste Bewertung ausdrückt, während der Wert 5 die höchste Bewertung ausdrückt.

In einem Schritt SP 13 wird eine Beurteilung diesbezüglich durchgeführt, ob alle Werte bis zu  $E_{i20}$  erhalten worden sind oder nicht. Wenn sie nicht erhalten worden sind, geht das Programm zu einem Schritt SP 14, wobei die oben angegebenen Operationen wiederholt werden. Im Schritt SP 14 wird die subjektive Bewertung des Subjekts für den aktuellen Anpassungswert erhalten, und dann wird der Anpassungswert eingestellt oder geändert, indem der vom Subjekt erhaltene Inhalt und der Wert  $E_{ik}$  berücksichtigt wird.

Diese Einstellung oder Änderung wird bis zu einem derartigen Ausmaß durchgeführt, daß dann, wenn die Bewertung beispielsweise "geräuschvoll" ist, der Wert der Lautstärkesteuerung oder der Ausgabebegrenzung reduziert wird.

Andererseits wird dann, wenn alle Werte bis zu  $E_{i20}$  erhalten worden sind, in einem Schritt SP 16 der Lösungsvektor  $p_{ik}$ , der bis dahin den höchsten Wert erhalten hat, als der optimale Anpassungswert  $F_i$  für den Umgebungs-klang bestimmt.

Als nächstes wird in einem Schritt SP 17 eine Beurteilung diesbezüglich durchgeführt, ob die oben angegebene Operation bis zum Fabrikrauschen  $S_3$  durchgeführt worden ist oder nicht. Wenn die Operation bis zum Fabrikrauschen  $S_3$  durchgeführt worden ist, wird die Anpassungsoperation beendet. Wenn sie nicht durchgeführt worden ist, geht das Programm zu einem Schritt SP 18, wobei die obige Operation wiederholt wird, bis die Anpassungsoperation für das Fabrikrauschen  $S_3$  beendet ist.

Ein Verfahren zum Bestimmen des schließlichen Anpassungswerts ist durch ein Ablaufdiagramm der Fig. 3 unter Verwendung der optimalen Anpassungswerte  $F_1$ ,  $F_2$  und  $F_3$  für die drei Typen von Klangquellen  $S_1$ ,  $S_2$  und  $S_3$  gezeigt, die durch das Ablaufdiagramm gefunden werden, wie es in Fig. 2 gezeigt ist.

Zuerst wird in einem Schritt SP 21 ein optionales gleichschenkliges Dreieck auf einem Bildschirm des Anzeigeele-

ments 3c dargestellt. In einem Schritt SP 22 werden zweidimensionale Koordinaten  $x_1$ ,  $x_2$  und  $x_3$  der drei Scheitelpunkte des Dreiecks durch das Element 3b zum Berechnen einer zweidimensionalen Koordinate berechnet. Das gleichschenkliges Dreieck kann in diesem Fall in einer derartigen Größe ausgebildet werden, daß der Anwender eine Bedienung auf einfache Weise durchführen kann. Die Koordinaten  $x_1$ ,  $x_2$  und  $x_3$  entsprechen jeweils den Werten  $F_1$ ,  $F_2$  und  $F_3$ .

Als nächstes wird in einem Schritt SP 23 eine zweidimensionale Koordinate  $x_c$  des Schwerkraftzentrums des gleichschenklichen Dreiecks durch das Element 3b zum Berechnen einer zweidimensionalen Koordinate berechnet. In einem Schritt SP 24 werden zweidimensionale Koordinaten  $x_{12}$ ,  $x_{13}$ ,  $x_{1c}$ ,  $x_{23}$ ,  $x_{2c}$  und  $x_{3c}$  jedes Mittelpunkts der zweidimensionalen Koordinaten  $x_1$ ,  $x_2$  und  $x_3$  der drei Scheitelpunkte und die zweidimensionale Koordinate  $x_c$  des Schwerkraftzentrums durch das Element 3b zum Berechnen einer zweidimensionalen Koordinate berechnet.

In einem Schritt SP 25 werden Positionen der zweidimensionalen Koordinaten  $x_1$ ,  $x_2$  und  $x_3$  der drei Scheitelpunkte, die zweidimensionale Koordinate  $x_c$  des Schwerkraftzentrums und die Koordinaten der Mittelpunkte  $x_{12}$ ,  $x_{13}$ ,  $x_{1c}$ ,  $x_{23}$ ,  $x_{2c}$  und  $x_{3c}$  auf dem Bildschirm durch das Anzeigeelement 3c dargestellt.

Fig. 4 zeigt ein Beispiel des auf dem Bildschirm dargestellten zweidimensionalen Raums.

Als nächstes zeigt der Anwender in einem Schritt SP 26 eine optionale Position im zweidimensionalen Raum unter Bezugnahme auf die Positionen der drei Scheitelpunkte im zweidimensionalen Raum an, wie es in Fig. 4 gezeigt ist.

Somit erhält das Element 2a zum Erhalten einer Koordinate die Koordinate  $x_a$  der angezeigten bzw. indizierten Position im zweidimensionalen Raum. Beispielsweise dann, wenn der Arbeitsplatz einer Anwenders ein Büro bzw. ein Amt ist und er das Hörgerät hauptsächlich am Arbeitsplatz und daheim, nachdem er zurückkehrt, anwendet, kann der Anwender eine derartige Position wie einen Punkt A anzeigen bzw. indizieren, wie es in Fig. 4 gezeigt ist.

In einem Schritt SP 27 wird der Lösungsvektor  $p_a$  entsprechend  $x_a$  im Lösungsvektor-Berechnungselement 2b berechnet. Wenn der Lösungsvektor  $p_a$  beispielsweise  $x_a = x_c$  ist, wird er als mittlerer Lösungsvektor  $F_c$  angesehen, von welchem die Komponente ein Mittelwert jeder Komponente der Lösungsvektoren  $F_1$ ,  $F_2$  und  $F_3$  ist, d. h. die optimalen Anpassungswerte für die drei Typen von Klangquellen  $S_1$ ,  $S_2$  und  $S_3$ . Wenn  $x_a = x_{3c}$  gilt, wird der Lösungsvektor  $p_a$  als mittlerer Lösungsvektor  $F_{3c}$  angesehen, von welchem die Komponente ein Mittelwert jeder Komponente von  $F_3$  und  $F_c$  ist.

In einem Schritt SP 28 wird der Lösungsvektor  $p_a$  durch das Parameter-Schreibelement 2c in Parameter des programmierbaren Hörgeräts 4 umgewandelt, und in einem Schritt SP 29 werden die Parameter in das Parameter-Speicherelement 5 des programmierbaren Hörgeräts 4 geschrieben.

Als nächstes wird in Schritten SP 30 bis SP 32 eine Datei des Umgebungs-klangs (domestisches Rauschen  $S_1$ ) entsprechend dem Lösungsvektor  $F_1$  beim Klangquellensignal-Wandlerelement 1b und beim Klangquellen-Präsentationselement 1d reproduziert. Die Datei wird dann vom Lautsprecher 6 dem programmierbaren Hörgerät 4 präsentiert. Das Subjekt hört auf den ausgegebenen Klang (d. h. das domestische Rauschen  $S_1$ , das gemäß dem Lösungsvektor  $p_a$  durch ein Hörgerät verarbeitet ist) des programmierbaren Hörgeräts 4.

Nachdem das Subjekt in einem Schritt SP 35 auf die Ausgabeklänge des programmierbaren Hörgeräts 4 für einen je-

weiligen der drei Typen von Umgebungsklängen  $S_1$ ,  $S_2$  und  $S_3$  hört, wird dann, wenn das Subjekt mit dem aktuellen Anpassungswert  $p_a$  zufrieden ist, die Anpassungsoperation beendet. Wenn es nicht zufrieden ist, geht das Programm zurück zum Schritt SP 26, wobei die oben angegebenen Operationen wiederholt durchgeführt werden.

Mit dem aktuellen Anpassungswert  $p_a$  fühlt sich der Anwender so, daß er sowohl unter domestischem Rauschen als auch unter Bürauschen besser hört, aber dann, wenn er sogar unter Fabrikrauschen ein bißchen angenehmer zu hören wünscht, sollte eine optionale Koordinate  $x_a$  bei einem Punkt B lokalisiert bzw. angeordnet werden.

Als nächstes wird ein weiteres Verfahren zum Bestimmen des schließlichen Anpassungswerts unter Bezugnahme auf ein Ablaufdiagramm beschrieben, wie es in Fig. 5 gezeigt ist, und zwar unter Verwendung der optimalen Anpassungswerte  $F_1$ ,  $F_2$  und  $F_3$  für die drei Typen von Klangquellen  $S_1$ ,  $S_2$  und  $S_3$ , die durch Anwendung des Ablaufdiagramms gefunden worden sind, wie es in Fig. 2 gezeigt ist.

Zuerst sind die Inhalte der Schritte SP 41 bis SP 48 dieselben wie diejenigen der Schritte SP 21 bis SP 28 des Ablaufdiagramms, wie es in Fig. 3 gezeigt ist, und daher ist eine weitere Erklärung weggelassen.

Als nächstes werden in einem Schritt SP 49, wie es in Fig. 6 gezeigt ist, Einstellparameter (z. B. Werte, wie beispielsweise eine akustische Verstärkung: GAIN = 5, eine Ausgabebegrenzung: MOP = 3 und ein Kniepunkt von Eingabe/Ausgabe-Funktionen: TK = 2) des programmierbaren Hörgeräts 4 und das Diagramm für akustische Funktion (z. B. ein Frequenzantwortdiagramm für einen jeweiligen Eingabe/Ausgabe-Klangdruckpegel) entsprechend den Koordinaten  $x_a$  im zweidimensionalen Raum auf dem Bildschirm des Anzeigeelements 3c angezeigt.

Somit kann durch Anzeigen der Einstellparameterwerte des programmierbaren Hörgeräts 4 und des akustischen Kennliniendiagramms entsprechend den Koordinaten  $x_a$  im zweidimensionalen Raum auf dem Bildschirm des Anzeigeelements 3c nicht nur das Subjekt sondern auch ein Bediener, der mit der Parametereinstellung beschäftigt ist, visuell die Einstellbedingungen für das Hörgerät begreifen. Es ist daher möglich, den optimalen Einstellparameterwert des Hörgeräts effizient und richtig einzustellen.

In Fig. 6 ist ein visuelles Diagramm, das auf dem Bildschirm des Anzeigeelements 3c angezeigt wird, als Frequenzantworten eingestellt, die durch den Lösungsvektor  $p_a$  entsprechend  $x_a$  erzeugt werden. Jedoch muß das Diagramm in diesem Fall nicht dasjenige der Frequenzantworten sein, sondern kann ein Diagramm basierend auf der akustischen Information sein, die durch den Lösungsvektor  $p_a$  ausgedrückt wird. Beispielsweise dann, wenn das Hörgerät von einem Typ ist (das sogenannte AGC-Hörgerät oder ein nichtlineares Hörgerät), der die Eingabe/Ausgabe-Funktionen des Klangs ändern kann, können die Eingabe/Ausgabe-Funktionen ein visuelles Diagramm sein.

Ebenso kann das Diagramm, das auf dem Bildschirm des Anzeigeelements 3c angezeigt wird, eine Zeit-Wellenform des Ausgabeklangs des Hörgeräts sein, wenn ein spezifiziertes Klangsignal zum Hörgerät eingegeben wird. Der Eingangsklang kann in diesem Fall irgendeine der Klangquellen  $S_1$ ,  $S_2$  und  $S_3$  oder andere Klangsignale verwenden.

Das Diagramm, das auf dem Bildschirm des Anzeigeelements 3c angezeigt wird, kann ein Klangspektrogramm des Ausgabeklangs des Hörgeräts sein, wenn ein spezifiziertes Klangsignal zum Hörgerät eingegeben wird. Der Eingangsklang kann in diesem Fall irgendeine der Klangquellen  $S_1$ ,  $S_2$  und  $S_3$  oder andere Klangsignale verwenden.

Die Inhalte der Schritte SP 50 bis SP 56 sind dieselben wie diejenigen der Schritte SP 29 bis SP 35 des Ablaufdia-

gramms, wie dies in Fig. 3 gezeigt ist, und daher ist eine weitere Erklärung weggelassen.

Gemäß den Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung wird die Anpassungsoperation unter Verwendung von drei Typen von Umgebungsklängen  $S_1$ ,  $S_2$  und  $S_3$  durchgeführt. Jedoch kann die Operation unter Verwendung von mehr als einem oder mehr als drei Typen von Umgebungsklängen durchgeführt werden.

Gemäß den Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung ist das Diagramm, das im zweidimensionalen Raum dargestellt wird, immer ein gleichschenkliges Dreieck. Jedoch kann die Form des Dreiecks gemäß einem Verhältnis des euklidischen Abstands zwischen den Lösungsvektoren  $F_1$ ,  $F_2$  und  $F_3$  bestimmt werden, von welchen jeder ein mehrdimensionaler Vektor ist. Die Form des Dreiecks kann auch durch Abbilden der Lösungsvektoren  $F_1$ ,  $F_2$  und  $F_3$  im zweidimensionalen Raum unter Verwendung von MDS (einer mehrdimensionalen Skalierung), einer selbstorganisierenden Abbildungstechnik und ähnlichem bestimmt und dargestellt werden.

Weiterhin sind gemäß den Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung die Koordinaten, die darzustellen sind, auf zehn Punkte begrenzt. Jedoch muß die Anzahl von Koordinaten, die darzustellen sind, nicht bestimmt werden, wobei dieselbe Behandlung für alle Koordinaten im zweidimensionalen Raum durchgeführt werden kann.

Weiterhin wird gemäß den Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung der Lösungsvektor entsprechend der optionalen Koordinate, die der Anwender indiziert hat, durch Berechnen des mittleren Lösungsvektors, von welchem die Komponente ein Mittelwert jeder Komponente ist, basierend auf bekannten Lösungsvektoren  $F_1$ ,  $F_2$  und  $F_3$  bestimmt. Jedoch kann der Lösungsvektor durch den euklidischen Abstand zwischen jedem Lösungsvektor, den Bewertungswert  $E_{ik}$  für eine Vielzahl von Lösungsvektoren, die durch Verwenden des Ablaufdiagramms, wie es in Fig. 2 gezeigt ist, gefunden werden, und ähnliches bestimmt werden.

Eine Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung hat denselben Aufbau wie in Fig. 1, und daher ist eine weitere Erklärung weggelassen.

Nun wird eine Operation der Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel beschrieben. Ein Verfahren zum Bestimmen eines schließlichen Anpassungswerts ist in einem Ablaufdiagramm der Fig. 7 gezeigt, und zwar unter Verwendung der optimalen Anpassungswerte  $F_1$ ,  $F_2$  und  $F_3$  für die drei Typen von Klangquellen  $S_1$ ,  $S_2$  und  $S_3$  und des Werts  $E_{ik}$  für verschiedene Anpassungswerte, die durch das Ablaufdiagramm gefunden werden, wie es in Fig. 2 gezeigt ist.

Zuerst werden in einem Schritt SP 61 die optimalen Anpassungswerte  $F_1$ ,  $F_2$  und  $F_3$ , die durch das in Fig. 2 gezeigte Verfahren erhalten werden, bei dem Element 3a zum Erhalten eines optimalen Lösungsvektors erhalten, und jeder euklidische Abstand  $d_{12}$ ,  $d_{13}$  und  $d_{23}$  zwischen den optimalen Anpassungswerten  $F_1$ ,  $F_2$  und  $F_3$  wird berechnet.

In einem Schritt SP 62 wird ein Dreieck, dessen Seiten so lang wie die euklidischen Abstände  $d_{12}$ ,  $d_{13}$  und  $d_{23}$  sind, durch das Element 3b zum Berechnen einer zweidimensionalen Koordinate vorausgesetzt, und Koordinaten  $x_1$ ,  $x_2$  und  $x_3$  der optimalen Anpassungswerte  $F_1$ ,  $F_2$  und  $F_3$  im zweidimensionalen Raum werden berechnet. Diese Koordinaten  $x_1$ ,  $x_2$  und  $x_3$  können durch Vergrößern oder Reduzieren der Werte der euklidischen Abstände  $d_{12}$ ,  $d_{13}$  und  $d_{23}$  gefunden werden, während das Verhältnis zwischen den euklidischen Abständen  $d_{12}$ ,  $d_{13}$  und  $d_{23}$  beibehalten werden, so daß das Dreieck in einer geeigneten Größe auf dem Bildschirm dargestellt werden kann.

Wenn das Dreieck, dessen Seiten so lang wie die euklidischen Abstände  $d_{12}$ ,  $d_{13}$  und  $d_{23}$  sind, nicht ausgebildet werden kann (z. B.  $d_{12} + d_{13} < d_{23}$ ), können die Koordinaten  $x_1$ ,  $x_2$  und  $x_3$  durch selektives Einstellen eines jeweiligen Werts berechnet werden, so daß der Anwender die Operation auf einfache Weise durchführen kann. In diesem Fall muß das darzustellende Diagramm beispielsweise kein Dreieck sein, sondern kann ein Liniensegment sein, wobei  $x_1$  auf einer Koordinate angeordnet sein kann, bei welcher das Verhältnis zwischen dem Abstand der Koordinate  $x_1$  und der Koordinate  $x_2$  im zweidimensionalen Raum auf einem Liniensegment, das die Koordinate  $x_2$  mit der Koordinate  $x_3$  verbindet, und dem Abstand der Koordinate  $x_1$  und der Koordinate  $x_2$  im zweidimensionalen Raum  $d_{12} : d_{13}$  ist. Die Koordinate  $x_1$  kann auch an zwei Stellen auf dem Liniensegment dargestellt sein, wo der Abstand von der Koordinate  $x_2$   $d_{12}$  ist und der Abstand von der Koordinate  $x_3$   $d_{13}$  ist.

Als nächstes werden in einem Schritt SP 63 Positionen der Koordinaten  $x_1$ ,  $x_2$  und  $x_3$  auf dem Bildschirm durch das Anzeigeelement 3c dargestellt. Fig. 8 zeigt ein Beispiel des auf dem Bildschirm dargestellten zweidimensionalen Raums.

In einem Schritt SP 64 indiziert der Anwender eine optionale Position im zweidimensionalen Raum, wie es in Fig. 8 gezeigt ist, unter Bezugnahme auf die Positionen der drei Scheitelpunkte.

Dann erhält das Element 2a zum Erhalten einer Koordinate die Koordinate  $x_4$  der indizierten Position im zweidimensionalen Raum. Beispielsweise dann, wenn der Arbeitsplatz eines Anwenders in einem Büro ist und das Hörgerät hauptsächlich an seinem Arbeitsplatz und, nachdem er nach Hause zurückkehrt, in seiner Wohnung verwendet wird, indiziert er eine derartige Position wie diejenige, die durch einen Punkt A der Fig. 8 gezeigt ist.

Als nächstes werden in einem Schritt SP 65 Abstände  $d_{14}$ ,  $d_{24}$  und  $d_{34}$  der Koordinaten  $x_1$ ,  $x_2$  und  $x_3$  und der Koordinate  $x_4$  im zweidimensionalen Raum berechnet. In einem Schritt SP 66 wird ein Kandidat  $P_h$  für den Lösungsvektor gefunden, so daß das Verhältnis des euklidischen Abstands relativ zu den optimalen Anpassungswerten  $F_1$ ,  $F_2$  und  $F_3$  jeweils  $d_{14} : d_{24} : d_{34}$  ist.

Das Verhältnis der euklidischen Abstände  $d_{14} : d_{24} : d_{34}$  kann mit einer optionalen Breite versehen sein, wie beispielsweise  $(d_{14} + a) : (d_{24} + a) : (d_{34} + a)$  oder  $(d_{14} \times a) : (d_{24} \times a) : (d_{34} \times a)$ . Beispielsweise dann, wenn die Anzahl von "h" der Lösungsvektorkandidaten  $P_h$  erhöht wird, wird der Lösungsvektorkandidat nicht einfach als das Verhältnis der euklidischen Abstände  $d_{14} : d_{24} : d_{34}$  gefunden, sondern als das Verhältnis von  $(d_{14} + a) : (d_{24} + a) : (d_{34} + a)$ , wie es oben angegeben ist, wobei für  $P_h$  an drei Typen eines Verhältnisses von  $a = -1,0; 0; 1,0$  alle Lösungsvektorkandidaten sein sollen. Es ist zu beachten, daß die Anzahl von "h" mit der Anzahl von Bits für den Wert der Abstände  $d_{14}$ ,  $d_{24}$ ,  $d_{34}$ , dem Wert von  $a$  und dem Einstellwert (die Komponente des Lösungsvektors) einer jeweiligen Einstellfunktion schwankt.

Als nächstes wird in einem Schritt SP 67 eine Ähnlichkeit  $Q_{ikh}$  zwischen jedem Lösungsvektorkandidat  $P_h$  und dem Lösungsvektor  $P_{ik}$  mit einem höheren Bewertungswert (beim vorliegenden Ausführungsbeispiel  $E_{ik} > 3$ ) innerhalb der Lösungsvektoren  $P_{ik}$  berechnet, die durch Verwendung des Ablaufdiagramms gefunden werden, wie es in Fig. 2 gezeigt ist. Eine Ähnlichkeit ist ein Index, der die Ähnlichkeit des Lösungsvektors  $P_h$  mit  $P_{ik}$  ausdrückt. Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Ähnlichkeit eine inverse Zahl der euklidischen Abstände beider Lösungsvektoren  $P_h$  und  $P_{ik}$ .

In einem Schritt SP 68 wird eine Gewichtung in bezug auf

die berechnete Ähnlichkeit mit der Bewertung eines Anwenders, die im voraus durch Multiplizieren der Ähnlichkeit  $Q_{ikh}$  mit dem Wert  $E_{ik}$  erhalten worden ist, durchgeführt, wobei der Lösungsvektorkandidat  $P_h$  so gefunden wird, daß

5  $Q_{ikh} \times E_{ik}$  maximal ist.

In einem Schritt SP 69 wird der Lösungsvektorkandidat  $P_h$ , von welchem das Produkt von  $Q_{ikh} \times E_{ik}$  maximal ist, als Anpassungswert vom Parameter-Schreibelement 2c in einen Parameter des programmierbaren Hörgeräts 4 umgewandelt.

10 In einem Schritt SP 70 wird dann der Parameter in das Parameter-Schreibelement 5 des programmierbaren Hörgeräts 4 geschrieben.

In Schritten SP 71 und SP 72 wird eine Datei des Umgebungs-klangs (des domestischen Rauschens  $S_1$ ) entsprechend

15 dem optimalen Anpassungswert  $F_1$  beim Klangquellen-signal-Wandlerelement 1b und beim Klangquellen-Präsentati-onselement 1d reproduziert. Die reproduzierte Umgebungs-klangdatei wird dann vom Lautsprecher 6 zum programmierbaren Hörgerät 4 präsentiert. Das Subjekt hört auf einen

20 Ausgabeklang (d. h. das domestische Rauschen 31, das gemäß dem Lösungsvektorkandidaten  $P_h$  mittels des Hörgeräts verarbeitet ist) des programmierbaren Hörgeräts 4.

In Schritten SP 72 bis SP 75 wird, nachdem das Subjekt auf den Ausgabeklang des programmierbaren Hörgeräts 4

25 für alle drei Typen von Umgebungs-klägen  $S_1$ ,  $S_2$  und  $S_3$  hört, wenn das Subjekt in einem Schritt SP 76 mit dem aktuellen Anpassungswert  $P_h$  zufrieden ist, die Anpassungsopera-tion beendet. Wenn es nicht zufrieden ist, geht das Pro-gramm zurück zum Schritt SP 64, wobei die oben angegebe-nen Operationen wiederholt durchgeführt werden.

In diesem Fall wird dann, wenn der Anwender es einfacher empfindet, mit dem aktuellen Anpassungswert  $P_h$  unter dem domestischen Rauschen  $S_1$  zu hören, es aber schwer empfindet, unter dem Bürauschen  $S_2$  zu hören, die optionale Koordinate  $x_4$  beispielsweise bei einem Punkt B angeordnet. Wenn es der Anwender einfacher empfindet, sowohl unter dem domestischen Rauschen  $S_1$  als auch dem Bürauschen  $S_2$  zu hören, er aber selbst unter dem Fabrikrauschen  $S_3$  ein wenig angenehmeres Hörgefühl empfinden möchte, wird die optionale Koordinate  $x_4$  bei einem Punkt C angeordnet bzw. lokalisiert.

Als nächstes wird ein weiteres Verfahren zum Bestimmen eines schließlichen Anpassungswerts durch ein Ablaufdia-gramm, wie es in Fig. 9 gezeigt ist, unter Verwendung der optimalen Anpassungswerte  $F_1$ ,  $F_2$  und  $F_3$  für die drei Typen von Klangquellen  $S_1$ ,  $S_2$  und  $S_3$  und des Bewertungswerts  $E_{ik}$  für verschiedene Anpassungswerte, die durch das Ablaufdiagramm gefunden werden, wie es in Fig. 2 gezeigt ist, beschrieben.

50 Zuerst sind die Inhalte der Schritte SP 81 bis SP 89 dieselben wie diejenigen der Schritte SP 61 bis SP 69 des Ablauf-diagramms, wie es in Fig. 7 gezeigt ist, und daher ist eine weitere Erklärung weggelassen.

Wie es in Fig. 10 gezeigt ist, werden in einem Schritt SP 55 90 ein Einstellparameter (z. B. Werte einer akustischen Ver-stärkung: GAIN = 5, eine Ausgabebegrenzung: MOP = 3, einen Kniepunkt der Eingabe/Ausgabe-Funktionen TK = 2 und ähnliches) des programmierbaren Hörgeräts 4 und das akustische Kennliniendiagramm (z. B. Frequenzantwortdia-gramm für jeden Eingabe/Ausgabe-Klangdruckpegel) ent-sprechend der Kommunikations-Verbindungs-vorrichtungen  $x_4$  im zweidimensionalen Raum auf dem Bildschirm des Anzeigeelements 3c angezeigt.

65 Somit können durch Anzeigen des Einstellparameters des programmierbaren Hörgeräts 4 und des akustischen Kennli-niendiagramms entsprechend den Koordinaten  $x_4$  im zwei-dimensionalen Raum auf dem Bildschirm des Anzeigeelements 3c sowohl das Subjekt als auch ein Bediener, der mit

einer Parametereinstellung beschäftigt ist, die Einstellbedingungen des Hörgeräts visuell begreifen. Es ist daher möglich, den optimalen Einstellparameterwert des Hörgeräts effizient und richtig einzustellen.

In Fig. 10 zeigt ein auf dem Bildschirm des Anzeigeelements 3c angezeigtes visuelles Diagramm eine Frequenzantwort, die durch den Lösungsvektor  $P_h$  entsprechend  $x_4$  erzeugt wird. Jedoch dann, wenn das visuelle Diagramm eines ist, das auf der akustischen Information basiert, die durch den Lösungsvektor  $P_h$  ausgedrückt wird, muß das Diagramm in diesem Fall nicht die Frequenzantwort sein. Beispielsweise dann, wenn das Hörgerät von einem Typ ist (das sogenannte AGC-Hörgerät oder das nichtlineare Hörgerät), der die Eingabe/Ausgabe-Funktionen eines Klangs ändern kann, können die Eingabe/Ausgabe-Funktionen im visuellen Diagramm dargestellt werden.

Ebenso kann das auf dem Bildschirm des Anzeigeelements 3c angezeigte Diagramm eine Zeit-Wellenform des Ausgabeklangs des Hörgeräts sein, wenn ein spezifiziertes Klangsignal zum Hörgerät eingegeben wird. Der Eingangsklang kann in diesem Fall irgendeine der Klangquellen  $S_1$ ,  $S_2$  und  $S_3$  oder ein weiteres Klangsignal verwenden.

Das auf dem Bildschirm des Anzeigeelements 3c angezeigte Diagramm kann ein Klangspektrogramm des Ausgabeklangs des Hörgeräts sein, wenn ein spezifiziertes Klangsignal zum Hörgerät eingegeben wird. Der Eingangsklang kann in diesem Fall irgendeine der Klangquellen  $S_1$ ,  $S_2$  und  $S_3$  oder ein anderes Klangsignal verwenden.

Die Inhalte der Schritte SP 91 bis SP 97 sind dieselben wie diejenigen der Schritte SP 70 bis SP 76, wie es in Fig. 7 gezeigt ist, und daher ist hier eine weitere Erklärung weggelassen.

Gemäß dem ersten und dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird die Anpassungsoperation unter Verwendung von drei Typen von Umgebungsklängen  $S_1$ ,  $S_2$  und  $S_3$  durchgeführt, aber die Anpassungsoperation kann unter Verwendung von mehr als einem oder mehr als drei Typen von Umgebungsklängen durchgeführt werden.

Gemäß dem ersten und dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung werden Positionen jedes mehrdimensionalen Vektors im zweidimensionalen Raum unter Verwendung des Verhältnisses des euklidischen Abstands zwischen jedem mehrdimensionalen Vektor angezeigt. Jedoch können die Positionen von mehrdimensionalen Vektoren im zweidimensionalen Raum unter Verwendung der MDS, der selbstorganisierenden Abbildungstechnik und von ähnlichem angezeigt werden.

Ebenso wird gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung die Ähnlichkeit  $Q_{ikh}$  nur beim Lösungsvektor  $p_{ik}$  von  $E_{ik} > 3$  gefunden, aber die Bedingungen des Lösungsvektors  $p_{ik}$  können andere als  $E_{ik} > 3$  sein. Die Ähnlichkeit  $Q_{ikh}$  kann auch bei allen Lösungsvektoren  $p_{ik}$  gefunden werden, ohne irgendwelche Bedingungen aufzuerlegen.

Zusätzlich ist der Lösungsvektorkandidat zum Finden der Ähnlichkeit  $Q_{ikh}$  nicht notwendigerweise auf  $p_{ik}$  begrenzt. Jedoch können alle Lösungsvektoren  $p_{ik}$ , bei welchen jeder Lösungsvektor  $p_{ik}$  und der euklidische Abstand nahe sind, der Lösungsvektorkandidat  $P_h$  sein.

Gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist die Ähnlichkeit  $Q_{ikh}$  einfach die inverse Zahl des Lösungsvektorkandidaten  $P_h$  und des euklidischen Abstands des Lösungsvektors  $p_{ik}$ , aber diese Ähnlichkeit kann der Index sein, der die Ähnlichkeit von beiden Vektoren ausdrücken kann. Beispielsweise kann die Ähnlichkeit die inverse Zahl des euklidischen Abstands sein, nachdem die spezifizierte Gewichtung an den Komponenten jedes Lösungsvektors  $p_{ik}$  durchgeführt ist.

Gemäß dem ersten und dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird das Verfahren zum Erhalten der optimalen Anpassungswerte für verschiedene Klangquellen und der Bewertungswerte für verschiedene Anpassungswerte durch Verwendung des Ablaufdiagramms durchgeführt, wie es in Fig. 2 gezeigt ist.

Jedoch kann das Erhalten dieser Werte unter Verwendung des interaktiven genetischen Algorithmus durchgeführt werden.

10 Beim interaktiven genetischen Algorithmus wird der in der Klangquelle spezifizierte optimale Wert gefunden, und der Bewertungswert für verschiedene Lösungsvektoren wird auch im Prozeß zum Bestimmen des optimalen Werts erhalten. Durch Aufzeichnen dieser Werte können sie beim vorliegenden Verfahren effektiv verwendet werden.

Das bedeutet, daß der interaktive genetische Algorithmus, für welchen die Klangquellen das domestische Rauschen  $S_1$ , das Bürauschen  $S_2$  und das Fabrikrauschen  $S_3$  sind, durchgeführt wird, um die jeweils optimalen Lösungsvektoren  $F_1$ ,  $F_2$  und  $F_3$  für jede Klangquelle zu finden. Zur selben Zeit wird eine Vielzahl von Lösungsvektoren, die im Prozeß einer Entwicklung des interaktiven genetischen Algorithmus erhalten worden sind, als  $p_{ik}$  behandelt, und die Bewertungswerte für diese werden als  $E_{ik}$  behandelt. Die vorliegende Erfindung wird in einem solchen Zustand durchgeführt.

Beim ersten und beim zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist nur die Hörgeräte-Anpassungsoperation erklärt, aber die Anwendung des vorliegenden Optimallösungsverfahrens ist nicht auf die Hörgeräte-Anpassungsoperation beschränkt. Beispielsweise ist dieses Verfahren auf Probleme anwendbar, für welche die Bewertungskriterien subjektiv und unklar sind, die nicht basierend auf den quantitativen Bewertungskriterien eingestellt werden können, einschließlich der Einstellung der akustischen

30 Charakteristiken und der Bildcharakteristiken, die an die Präferenzen des Individuums angepaßt sind, wie beispielsweise eine Korrektur einer visuellen Schärfe bzw. einer Sehschärfe unter Verwendung von Brillen, Kontaktlinsen oder ähnlichem und das Design bzw. Aussehen bzw. den Aufbau von inneren Werten und ähnlichem, die an die Präferenzen des Individuums angepaßt sind. Dieses Verfahren ist insbesondere auf alle Probleme anwendbar, bei welchen der optimale Wert unter eine Vielzahl von Bedingungen und die subjektive Bewertung eines Individuums im voraus erhalten werden kann.

40 Ebenso ist beim ersten und beim zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung nur die Hörgeräte-Anpassungsoperation erklärt, aber das vorliegende Optimallösungsverfahren kann verwendet werden, um ein Bild zu erzeugen, das an die Präferenzen des Anwenders angepaßt ist. In diesem Fall wird beispielsweise dann, wenn die Werte einer Auflösung und einer Helligkeit des Bildes, auf das abzuzielen ist, auf die unterschiedlichen Werte für jede Koordinate auf dem Bildschirm eingestellt werden, um die optimale Bildeinstellung durchzuführen, der Lösungsvektor, von welchem die Komponente eine Auflösung und eine Helligkeit für jede Koordinate ist, erzeugt. Die vorliegende Erfindung kann in einem solchen Zustand durchgeführt werden.

50 60 Als nächstes weist eine Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wie es in Fig. 11 gezeigt ist, ein Element 11 zum Präsentieren akustischer Information und ein Parameter-Erzeugungselement 12 auf. Da dieselben Bezugszeichen wie diejenigen verwendet sind, die in Fig. 1 gezeigt sind, ist eine weitere Erklärung weggelassen, weil sie dieselben Inhalte haben.

Das Element 11 zum Präsentieren akustischer Informa-

tion ist zusammengesetzt aus einem Klangquellen-Speicherelement 11a, einem Klangquellsignal-Wandlerelement 11b, einem Klangquellsignal-Auswahlelement 11c und einem Klangquellen-Präsentationselement 11d. Das Parameter-Erzeugungselement 12 ist zusammengesetzt aus einem Lösungsvektor-Ausdrückelement 12a, einem Lösungsvektorsatz-Erzeugungselement 12b, einem Parameter-Schreibelement 12c und einem Element 12d zum Erhalten eines Bewertungswerts.

Das Klangquellen-Speicherelement 11a speichert eine Datei, in welcher eine Klangquelle (akustische Information), die bei der Anpassungsoperation verwendet wird, digital aufgezeichnet ist, und eine Kalibrierungsklangdatei. Die Klangquellendatei und die Kalibrierungsklangdatei sind beispielsweise zusammengesetzt aus digitalen Daten in einem WELLEN-Dateienformat (= WAVE file format).

Das Klangquellsignal-Wandlerelement 11b hat eine Funktion nicht nur zum Zugreifen auf die im Klangquellen-Speicherelement 11a gespeicherte Klangquellendatei, sondern auch zum Umwandeln der in der Klangquellendatei gespeicherten digitalen Daten in ein analoges Signal.

Das Klangquellen-Präsentationselement 11d verstärkt oder dämpft das Klangquellsignal (ein analoges Signal), das vom Klangquellsignal-Wandlerelement 11b ausgegeben wird, auf einen vorbestimmten Pegel, und präsentiert dann die verstärkten oder gedämpften Signale unter Verwendung des Lautsprechers 6 und ähnlichem zum programmierten Hörgerät 4.

Das Element 12a zum Ausdrücken eines Lösungsvektors spezifiziert einen Lösungsvektor, der die Elite aus der vorangehenden Erzeugung ist, in einem Lösungsvektorsatz zum Anwender. Der Lösungsvektor ist zusammengesetzt aus Einstellwerten einer jeweiligen Einstellfunktion des programmierbaren Hörgeräts 4, auf die abzuzielen ist.

Das Lösungsvektorsatz-Erzeugungselement 12b führt einen genetischen Algorithmus (GA) unter Verwendung eines jeweiligen Lösungsvektors und eines Bewertungswerts durch ein Subjekt in bezug auf jeden Lösungsvektor, der bei dem Element 12b zum Erhalten eines Bewertungswerts erhalten wird, durch, um einen neuen Lösungsvektorsatz zu erzeugen.

Das Parameter-Schreibelement 12c hat eine Funktion zum Schreiben des Lösungsvektors, der beim Lösungsvektorsatz-Erzeugungselement 12b eingestellt wird, in das Parameter-Speicherelement 5 des programmierbaren Hörgeräts 4 als Parameter für die Einstellfunktionen des programmierbaren Hörgeräts 4.

Wenn das Subjekt auf einen Klang hört, der beim Hörgeräte-Verarbeitungselement 4c des programmierbaren Hörgeräts 4 verarbeitet worden ist, erhält das Element 12d zum Erhalten eines Bewertungswerts einen Wert resultierend aus einer Bewertung durch das Subjekt für die verarbeitete Klangquelle.

Nun wird eine Operation der Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung, die wie oben aufgebaut ist, gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf ein Ablaufdiagramm beschrieben, wie es in Fig. 12 gezeigt ist.

Zuerst wird in einem Schritt SP 101 ein Audiogramm einer in bezug auf ein Hören beeinträchtigten Person gemessen. In einem Schritt SP 102 wird unter Verwendung des gemessenen Audiogramms ein Grenzbereich zum Begrenzen eines Suchbereichs für einen Einstellwert von jeweils einer Lautstärkesteuerung und einer Ausgabebegrenzung durch eine bekannte Hörgeräte-Anpassungsformel berechnet, um während der Anpassungsoperation nicht einen zu lauten Klang oder einen zu leisen Klang auszugeben.

Als nächstes wird in einem Schritt SP 103 vor der Anpas-

sungsoperation für eine Kalibrierung eines präsentierten Klangdruckpegels, wenn die Klangquelle präsentiert wird, das Klangquellsignal-Auswahlelement 11c betrieben, um vom Klangquellen-Speicherelement 11a aus auf die Kalibrierungsklangdatei zuzugreifen. Dann wird die Kalibrierungsklangdatei vom Klangquellen-Präsentationselement 11d präsentiert.

In einem Schritt SP 104 wird die Kalibrierung des präsentierten Klangdruckpegels unter Verwendung eines Klangpegel-Meßgeräts und von ähnlichem durch Steuern des Verstärkungs- oder Dämpfungsmaßes des Klangquellen-Präsentationselement 11d durchgeführt.

Als nächstes wird in einem Schritt SP 105 auf eine Klangquellendatei zugegriffen. Ein Signal, wie beispielsweise ein Sprachsignal, wird oft als die Klangquelle verwendet.

In einem Schritt SP 106 wird ein Satz für einen Anfangswert des Lösungsvektors, der sogenannte Anfangslösungsvektorsatz  $p_k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, n$ ), welcher zusammengesetzt ist aus den Einstellwerten einer jeweiligen Einstellfunktion des programmierbaren Hörgeräts 4, zum Durchführen des genetischen Algorithmus (GA) eingestellt. Hier ist  $n = 20$  eingestellt.

Der Anfangslösungsvektorsatz  $p_k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, n$ ) wird auf zufällige Weise unter Verwendung einer Zufallszahl und von ähnlichem im gewöhnlichen genetischen Algorithmus (GA) bestimmt. Jedoch wird im oben angegebenen Schritt SP 102 eine Grenze in bezug auf einen Suchbereich für den Einstellwert von jeweils der Lautstärkesteuerung und der Ausgabebegrenzung vorgesehen, um während der Anpassungsoperation nicht einen zu lauten Klang oder einen zu leisen Klang auszugeben.

In einem Schritt SP 107 wird ein optionaler Lösungsvektor  $p_k$  aus unter 20 Lösungsvektoren  $p_k$  bestimmt, die oben eingestellt sind. Diese Bestimmung wird normalerweise durch das Subjekt selbst durchgeführt.

In einem Schritt SP 108 wird der bestimmte Lösungsvektor  $p_k$  durch das Parameter-Schreibelement 12c in Parameter des programmierbaren Hörgeräts 4 umgewandelt. In einem Schritt SP 109 werden die Parameter in das Parameter-Speicherelement 5 des programmierbaren Hörgeräts 4 geschrieben.

In einem Schritt SP 110 wird die Klangquellendatei, auf die früher zugegriffen worden ist, durch das Klangquellsignal-Wandlerelement 11b und das Klangquellen-Präsentationselement 11d reproduziert und dem programmierbaren Hörgerät 4 vom Lautsprecher 6 präsentiert. Das Subjekt hört auf den Ausgabeklang (d. h. die Klangquelle, die in Antwort auf den Lösungsvektor  $p_k$  mittels des Hörgeräts verarbeitet worden ist) des programmierbaren Hörgeräts 4.

In einem Schritt SP 111 erhält das Element 12d zum Erhalten eines Bewertungswerts den Bewertungswert  $E_k$  durch das Subjekt des präsentierten Klangs, d. h. zu dieser Zeit den Lösungsvektor  $p_k$ . Der Bewertungswert  $E_k$  ist ein numerischer Wert, der den subjektiven Wert eines Subjekts basierend auf einem Komfort und einer Wahrnehmbarkeit des präsentierten Klangs ausdrückt, wobei es fünf Abstufungen gibt, von welchen die Stufe 1 die niedrigste Bewertung ausdrückt, während die Stufe 5 die höchste Bewertung ausdrückt.

In einem Schritt SP 112 geht das Programm dann, wenn das Subjekt nach einer Erneuerung des Lösungsvektorsatzes fragt, zum Schritt SP 113. Wenn es nicht so ist, werden die Schritte SP 107 bis SP 111 wiederholt.

Im Schritt SP 113 wird eine Beurteilung diesbezüglich durchgeführt, ob alle Bewertungswerte von  $E_1 \sim E_{20}$  erhalten worden sind oder nicht. Wenn sie nicht erhalten worden sind, geht das Programm zum Schritt SP 107, wobei die oben angegebenen Operationen wiederholt werden. Ande-

erseits wird dann, wenn alle Bewertungswerte von  $E_1$ ~ $E_{20}$  erhalten worden sind, in einem Schritt SP 114 eine Beurteilung diesbezüglich durchgeführt, ob die vorbestimmten Beendigungsbedingungen erfüllt worden sind oder nicht.

Im Schritt SP 114 wird dann, wenn eine Beurteilung durchgeführt wird, daß die vorbestimmten Beendigungsbedingungen erfüllt worden sind, die Anpassungsoperation beendet. Der Lösungsvektor  $p_k$ , der den höchsten Bewertungswert innerhalb des aktuellen Lösungsvektorsatzes  $p_k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, n$ ) erhalten hat, wird als ein End-Anpassungswert behandelt.

"Vorbestimmte Beendigungsbedingungen" bedeuten diejenigen Bedingungen zum Beenden der Entwicklung des genetischen Algorithmus (GA). Beispielsweise kann die Anpassungsoperation durch Bestimmen der Anzahl von Entwicklungen im voraus automatisch beendet werden, wenn die Zahl die vorbestimmte Anzahl erreicht.

Andererseits werden dann, wenn eine Beurteilung durchgeführt wird, daß die Beendigungsbedingungen nicht erfüllt worden sind, in einem Schritt SP 115 eine Auswahl, ein Chiasmus und eine Mutation im genetischen Algorithmus (GA) unter Verwendung des aktuellen Lösungsvektorsatzes  $p_k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, n$ ) und des Bewertungswerts  $p_k$  für jeden Lösungsvektor  $p_k$  durchgeführt, um einen neuen Lösungsvektorsatz  $p'_k$  zu erzeugen.

Da hier die Elitestrategie verwendet wird, enthält der neue Lösungsvektorsatz  $p'_k$  immer eine a-Einheit von Elite-Lösungsvektoren, von welchen der Bewertungswert  $E_k$  innerhalb von  $p_k$  einen höheren Rang hat. Beim Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung gilt  $a = 2$ .

Dann werden die oben angegebenen Operationen (SP 107 bis SP 114) wiederum in bezug auf den neuen Lösungsvektorsatz  $p'_k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, n$ ) durchgeführt, aber vor diesen Operationen werden in einem Schritt SP 117 zwei Elite-Lösungsvektoren im Lösungsvektorsatz  $p_k$  der vorangehenden Erzeugung, die im Lösungsvektorsatz  $p'_k$  enthalten sind, zum Anwender spezifiziert.

Bei den Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung wird die Form eines Individuums auf dem Bildschirm, das den Elite-Lösungsvektor ausdrückt, für die Spezifikationszwecke geändert.

Fig. 13 zeigt ein Beispiel des dem Anwender angezeigten Bildschirms, wenn der Lösungsvektorsatz sich von einem anfänglichen Lösungsvektorsatz zur zweiten Erzeugung bzw. Generation einschließlich der Elite entwickelt. Fig. 13(a) zeigt den anfänglichen Lösungsvektorsatz und Fig. 13(b) zeigt einen neu erzeugten Lösungsvektorsatz einer zweiten Generation. Zwanzig Individuen (Nr. 1~20), die durch eine vierseitige Figur umgeben sind, zeigen einen jeweiligen Lösungsvektor. Ein Zeichen in jedem Individuum zeigt fünf Abstufungen von Bewertungswerten, wobei das Zeichen, das ausgemalt ist, der Entwicklungswert ist, der dem Lösungsvektor durch den Anwender zugeordnet ist.

Bei den Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung sind, wie es in Fig. 13(a) gezeigt ist, die Individuen, die die höchsten Stellen bei der ersten Erzeugung erhalten haben, Nr. 4 und Nr. 12, die die Elite sind.

Ebenso haben, wie es in Fig. 13(b) gezeigt ist, Nr. 10 und 17 bei der zweiten Generation bzw. Erzeugung dieselben Lösungsvektoren wie Nr. 4 und 12 bei der ersten Generation bzw. Erzeugung, wobei die Elite durch ein Hexagon angezeigt ist.

Bei den Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung ist die Anzahl für eine Elite 2, aber die Anzahl von Individuen, die den Bewertungswert von 5 Punkten erhalten, ist bei einer Erzeugung bzw. Generation nicht immer zwei. In diesem Fall kann die Anzahl für eine Elite in Antwort auf die Anzahl von Individuen selektiv geändert werden, die

den höchsten Bewertungswert bei dieser Erzeugung erhalten haben, oder es können auch zwei Eliten auf zufällige Weise unter den Individuen bestimmt werden, die den höchsten Bewertungswert erhalten haben.

Bei den Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung ist die Anzahl für eine Elite bei einer Erzeugung auf zwei begrenzt, aber ein anderer Wert wie der obige kann gemäß den Charakteristiken der Probleme, auf die abzuzielen ist, verwendet werden.

Obwohl es in Fig. 12 nicht speziell gezeigt ist, muß das Erhalten des Bewertungswerts  $E_k$  nicht immer nach einer Präsentation der Klangquelle durchgeführt werden. Der vorherige Bewertungswert  $E_k$  ist derart aufgebaut, daß er zu irgendeiner Zeit neu schreibbar ist, bevor der neue Lösungsvektor  $p'_k$  erzeugt wird.

Ebenso ist zum Vermeiden einer Präsentation eines zu lauten Klangs oder zu leisen Klangs in den Schritten SP 101 und SP 102 ein Grenzbereich für die Einstellwerte einer Lautstärkesteuerung und eines Ausgabebegrenzers vorgesehen. Jedoch ist ein Vorsehen der Bereichsbegrenzung nicht auf diese zwei Steuerungen beschränkt, sondern die Bereichsgrenze kann für andere Steuerungen gemäß dem Zweck vorgesehen sein, wie beispielsweise für eine AGC-Steuerung und eine Tonsteuerung.

Zusätzlich wird eine Bestimmung eines Grenzbereichs eines Suchbereichs des Lösungsvektors  $p_k$  unter Verwendung des Audiogramms und einer bekannten Anpassungsformel durchgeführt. Jedoch werden durch Vorbereiten eines vorbestimmten Signals zur Untersuchung (ein reiner Tonklang,

ein Bandrauschen, etc.) beim Klangquellen-Speicherlement 1a im voraus der Hörschwellenpegel (HTL) und/oder der unangenehme (Lautstärke-)Pegel (UCL), der angenehmste (Lautstärke-)Pegel (MCL) und ähnliches des Subjekts unter Verwendung des Untersuchungssignals gefunden, wobei eine Begrenzung für den Wert der Steuerungen in Antwort auf den gefundenen Wert vorgesehen sein kann.

Die Anzahl von Entwicklungen des genetischen Algorithmus (GA) wird als die Beendigungsbedingungen eingestellt, aber die Anpassungsoperation kann beendet werden, wenn der Lösungsvektor  $p_k$  von  $E_k = 5$  eine vorbestimmte Zahl überschritten hat oder wenn der Mittelwert von  $E_k$  einen vorbestimmten Wert überschritten hat.

Ebenso kann die Anpassungsoperation beendet werden, wenn die Konvergenzbedingungen des genetischen Algorithmus (GA) aus dem euklidischen Abstand zwischen einem jeweiligen Lösungsvektor  $p_k$  und ähnlichem abgeschätzt sind und die Konvergenzbedingungen einen festen Pegel überschritten haben.

Der Lösungsvektor  $p_k$ , der den höchsten Bewertungswert des aktuellen Lösungsvektorsatzes  $p_k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, n$ ) erhalten hat, wird als der schließliche Anpassungswert behandelt, aber es wird derart angesehen, daß es eine Vielzahl von Lösungsvektoren  $p_k$  mit der höchsten Zahl von Punkten (5 Punkten) gibt. In diesem Fall kann irgendeiner von diesen zufällig als der End-Anpassungswert ausgewählt werden, oder der Anwender kann wiederum gefragt werden, auf diesen Lösungsvektor  $p_k$  mit der höchsten Zahl von Punkten zu hören, um seinen bevorzugten Lösungsvektor  $p_k$  auszuwählen.

Bei den Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung wird eine Spezifikation der Elite für den Anwender durch Ändern der Form des Eliteindividuums durchgeführt. Jedoch deshalb, weil dies nur dafür da ist, um das Eliteindividuum für den Anwender zu spezifizieren, kann die Spezifikation durch Ändern der Farbe des Individuums durchgeführt werden, oder sie kann durch Ändern der Helligkeit von ihm durchgeführt werden.

Bei den Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfin-

dung ist nur die Hörgeräte-Anpassungsoperation beschrieben. Jedoch ist die Anwendung des vorliegenden Systemoptimierungs-Einstellverfahrens nicht auf eine Hörgeräteanpassung beschränkt. Das Systemoptimierungs-Einstellverfahren ist beispielsweise auf Probleme anwendbar, von welchen die Bewertungskriterien subjektiv und unklar sind, die nicht basierend auf den quantitativen Bewertungskriterien eingestellt werden können, einschließlich der Einstellung der akustischen Charakteristiken und der Bildcharakteristiken, die an die Präferenzen des Individuums angepasst sind, wie beispielsweise eine Korrektur einer visuellen Schärfe bzw. Sehschärfe unter Verwendung von Brillen, einer Kontaktlinse und ähnlichem und einem Aussehen von inneren Werten und ähnlichem, die an die Präferenzen des Individuums angepasst sind. Das Systemoptimierungs-Einstellverfahren ist insbesondere auf alle Probleme anwendbar, für welche ein optimaler Wert unter einer Vielzahl von Bedingungen und die subjektive Bewertung eines Individuums erhalten werden können.

Als nächstes weist eine Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wie es in Fig. 14 gezeigt ist, das Element 11 zum Präsentieren akustischer Information und ein Parameter-Erzeugungselement 22 auf. Dieselben Bezugszeichen wie diejenigen der Fig. 1 und 11 haben dieselben Inhalte, und eine weitere Beschreibung ist weggelassen.

Das Parameter-Erzeugungselement 22 ist zusammengesetzt aus einem Element 22a zum Präsentieren eines visuellen Diagramms, einem Element 22b zum Berechnen einer akustischen Charakteristik bzw. Kennlinie, einem Parameter-Schreibelement 22c, einem Element 22d zum Erhalten eines Bewertungswerts und einem Lösungsvektorsatz-Erzeugungselement 22e.

Das Element 22a zum Präsentieren eines visuellen Diagramms präsentiert visuell eine akustische Charakteristik für jeden auf einem Bildschirm angezeigten Lösungsvektor zu einem Anwender.

Das Element 22b zum Berechnen einer akustischen Charakteristik berechnet aus dem Wert der Komponenten jedes Lösungsvektors eine akustische Charakteristik (bei den Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung eine Frequenzantwort) eines Hörgeräts, die aus dem Lösungsvektor erzeugt wird. Der Lösungsvektor ist hier zusammengesetzt aus Einstellwerten für eine jeweilige Einstellfunktion des programmierbaren Hörgeräts 4, auf die abzuzielen ist.

Das Parameter-Schreibelement 22c hat eine Funktion zum Schreiben des Lösungsvektors, der im Lösungsvektorsatz-Erzeugungselement 22e eingestellt worden ist, in das Parameter-Speicherelement 5 des programmierbaren Hörgeräts 4 als Parameter der Einstellfunktionen des programmierbaren Hörgeräts 4.

Das Element 22d zum Erhalten eines Bewertungswerts erhält einen Wert, der durch den Anwender der verarbeiteten Klangquelle zugeordnet wird, wenn der Anwender auf die Klangquelle hört, die im Hörgeräte-Verarbeitungselement 4c des programmierbaren Hörgeräts 4 verarbeitet worden ist.

Das Lösungsvektorsatz-Erzeugungselement 22e führt den genetischen Algorithmus (GA) unter Verwendung eines jeweiligen Lösungsvektors und des Bewertungswerts, der durch den Anwender einem jeweiligen Lösungsvektor zugeordnet ist, der im Element 22d zum Erhalten eines Bewertungswerts erhalten worden ist, durch, um einen neuen Lösungsvektorsatz zu erzeugen.

Eine Operation der wie oben aufgebauten Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme

auf ein Ablaufdiagramm beschrieben, wie es in Fig. 15 gezeigt ist. Beim Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird das visuelle Diagramm als durch einen jeweiligen Lösungsvektor erzeugte Frequenzantworten behandelt.

5 Zuerst wird in einem Schritt SP 121 ein Audiogramm der in bezug auf ein Hören beeinträchtigten Person gemessen. In einem Schritt SP 122 wird unter Verwendung des gemessenen Audiogramms ein Grenzbereich zum Begrenzen eines Suchbereichs für einen Einstellwert von jedem einer Lautstärkesteuerung und einer Ausgabebegrenzung durch eine bekannte Hörgeräte-Anpassungsformel berechnet, um während der Anpassungsoperation nicht einen zu lauten Klang oder einen zu leisen Klang auszugeben.

Als nächstes wird vor der Anpassungsoperation in einem 15 Schritt SP 123 für eine Kalibrierung eines präsentierten Klangdruckpegels dann, wenn eine Klangquelle präsentiert wird, das Klangquellensignal-Auswahlelement 11c betrieben, um vom Klangquellen-Speicherelement 11a aus auf eine Kalibrierungsklangdatei zuzugreifen. Die Klangdatei, 20 auf die zugegriffen wird, wird dann vom Klangquellen-Präsentationselement 11d präsentiert.

In einem Schritt SP 124 wird unter Verwendung eines Klangpegel-Meßgeräts und von ähnlichem die Kalibrierung des präsentierten Klangdruckpegels durch Steuern des Verstärkungs- und Dämpfungsmaßes des Klangquellen-Präsentationselements 11d ausgeführt.

Als nächstes wird in einem Schritt SP 125 auf eine Klangquellendatei zugegriffen. Ein Signal, wie beispielsweise ein Sprachklang, wird oft als die Klangquelle verwendet.

30 In einem Schritt SP 126 wird ein Satz eines Anfangswertes eines Lösungsvektors, der sogenannte Anfangslösungsvektorsatz  $p_k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, m$ ), der zusammengesetzt ist aus Einstellwerten für eine jeweilige Einstellfunktion des programmierbaren Hörgeräts 4, eingestellt, um den genetischen Algorithmus (GA) durchzuführen. Hier ist  $m = 10$  eingestellt.

Der Anfangslösungsvektorsatz  $p_k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, m$ ) wird im normalen genetischen Algorithmus (GA) unter Verwendung einer Zufallszahl und von ähnlichem auf zufällige 40 Weise bestimmt, aber im Schritt SP 122 ist eine Begrenzung in bezug auf einen Suchbereich für Einstellwerte für eine Lautstärkesteuerung und eine Ausgabebegrenzung vorgesehen, um während der Anpassungsoperation keinen zu lauten Klang oder zu leisen Klang auszugeben.

45 Als nächstes werden in einem Schritt SP 127 die Frequenzantworten für die oben eingestellten zehn Lösungsvektoren  $p_k$  im Element 22b zum Berechnen einer akustischen Charakteristik berechnet. Es ist auch möglich, diese aus dem Wert der Komponenten des Lösungsvektors  $p_k$  zu berechnen, von welchem die Komponente (eine Tonsteuerung etc.) die Form der Frequenzantworten des Hörgeräts beeinflusst. Wenn die Frequenzantwort für eine Vielzahl von Lösungsvektoren  $p_k$  im voraus gemessen wird, kann eine Berechnung basierend auf diesen Werten durchgeführt werden, oder dann, wenn die Frequenzantworten für alle Lösungsvektoren  $p_k$  im voraus gemessen werden, können die Daten, die aus der Messung verfügbar sind, verwendet werden, wie sie sind. In einem Schritt SP 128 werden die im Schritt SP 127 berechneten Frequenzantworten entsprechend einem jeweiligen Lösungsvektor  $p_k$  dem Anwender durch das Element 22a zum Präsentieren eines visuellen Diagramms präsentiert.

In Fig. 16 ist ein Beispiel des Lösungsvektors  $p_k$  und der Frequenzantworten auf dem dem Anwender zu präsentierenden Bildschirm gezeigt. In Fig. 16 zeigen zehn Individuen, die durch eine vierseitige Figur umgeben sind, einen jeweiligen Lösungsvektor  $p_k$ , wobei Zichen in einem jeweiligen Individuum 5 Stufen eines Bewertungswerts in be-

zug zum Lösungsvektor  $p_k$  zeigen. Unter einem jeweiligen Individuum vorgesehene Diagramme zeigen die durch den Lösungsvektor  $p_k$  erzeugten Frequenzantworten, wobei die Abszisse eine Frequenz zeigt, während die Ordinate eine Leistung zeigt.

Als nächstes wird dann, wenn der Anwender in einem Schritt SP 129 einen optionalen Lösungsvektor  $p_k$  auf dem Bildschirm bestimmt, der bestimmte Lösungsvektor  $p_k$  in einem Schritt SP 130 durch das Parameter-Schreibelement 22c in Parameter des programmierbaren Hörgeräts 4 umgewandelt. In einem Schritt SP 131 werden die Parameter in das Parameter-Schreibelement 5 des programmierbaren Hörgeräts 4 geschrieben.

In einem Schritt SP 133 wird die Klangquellendatei, auf die früher zugegriffen worden ist, beim Klangquellensignal-Wandlerelement 11b und beim Klangquellen-Präsentationselement 11d reproduziert und vom Lautsprecher 6 zum programmierbaren Hörgerät 4 präsentiert. Der Anwender hört auf den ausgegebenen Klang (d. h. eine Klangquelle, die in Antwort auf den Lösungsvektor  $p_k$  mittels des Hörgeräts verarbeitet worden ist) des programmierbaren Hörgeräts 4.

In einem Schritt SP 133 erhält das Element 22d zum Erhalten eines Bewertungswerts den Wert  $E_k$ , der durch den Anwender dem präsentierten Klang zugeordnet wird, d. h. zu dieser Zeit den Lösungsvektor  $p_k$ . Der Bewertungswert  $E_k$  ist ein numerischer Wert, der die subjektive Bewertung eines Anwenders ausdrückt, und zwar basierend auf einem Komfort und einer Wahrnehmbarkeit des präsentierten Klangs, wobei es Stufen von 1 bis 5 gibt, wobei die Stufe 1 die niedrigste Bewertung zeigt, während die Stufe 5 die höchste Bewertung zeigt.

Wenn der Anwender den Bewertungswert bestimmt, kann er auf die Form der Frequenzantworten Bezug nehmen, die beim Element 22a zum Präsentieren eines visuellen Diagramms dargestellt sind. Beispielsweise kann in Fig. 16 dann, wenn der Anwender ein Individuum Nr. 8 bewertet, der Bewertungswert schließlich unter Bestätigung der Bewertung bestimmt werden, die er einem Individuum Nr. 2 zugeteilt hat, von welchem die Frequenzantworten gleich denjenigen des Individuums Nr. 8 sind.

Ebenso kann selbst dann, wenn sich die Erzeugung des Lösungsvektors  $p_k$  entwickelt hat, sowohl der aktuelle Lösungsvektorsatz als auch die Frequenzantworten vom Bildschirm verschwinden und ein neuer Lösungsvektorsatz auf dem Bildschirm erscheint, ein spezielles Merkmal des Lösungsvektors  $p_k$ , das der Anwender bei der vorangehenden Erzeugung bewertet hat, basierend auf der Form der Frequenzantworten in Erinnerung gerufen werden. Somit können Schwankungen bei der Bewertung minimiert werden.

In einem Schritt SP 134 geht dann, wenn der Anwender nach einer Erneuerung des Lösungsvektorsatzes gefragt hat, das Programm zum Schritt SP 135. Wenn es nicht so ist, werden die Schritte SP 129 bis SP 134 wiederholt.

Im Schritt SP 135 wird eine Beurteilung diesbezüglich durchgeführt, ob alle Bewertungswerte von  $E_1$  bis  $E_{10}$  erhalten worden sind oder nicht, und wenn sie nicht erhalten worden sind, geht das Programm zurück zum Schritt SP 129, wobei die oben angegebenen Operationen wiederholt werden.

Andererseits wird dann, wenn alle Bewertungswerte von  $E_1$  bis  $E_{10}$  erhalten worden sind, in einem Schritt SP 136 eine Beurteilung diesbezüglich durchgeführt, ob vorbestimmte Beendigungsbedingungen erfüllt worden sind oder nicht.

Im Schritt SP 136 wird dann, wenn eine Beurteilung durchgeführt wird, daß die vorbestimmten Bedingungen erfüllt worden sind, die Anpassungsoperation beendet. Der Lösungsvektor  $p_k$ , der den höchsten Bewertungswert inner-

halb des aktuellen Lösungsvektors  $p_k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, m$ ) erhalten hat, wird als ein End-Anpassungswert behandelt.

"Vorbestimmte Beendigungsbedingungen" bedeuten hier diejenigen Bedingungen zum Beenden der Entwicklung des genetischen Algorithmus (GA). Beispielsweise kann die Anpassungsoperation durch Bestimmen der Anzahl von Entwicklungen im voraus automatisch beendet werden, wenn die Anzahl einen vorbestimmten Pegel erreicht. Andererseits werden dann, wenn eine Beurteilung durchgeführt wird, daß die Beendigungsbedingungen nicht erfüllt worden sind, in einem Schritt SP 137 eine Auswahl, ein Chiasmus und eine Mutation im genetischen Algorithmus (GA) unter Verwendung des aktuellen Lösungsvektorsatzes  $p_k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, m$ ) und der Bewertungswerte  $E_k$  für einen jeweiligen Lösungsvektor  $p_k$  durchgeführt, um einen neuen Lösungsvektorsatz  $p'_k$  zu erzeugen.

Die oben angegebenen Operationen (SP 129 bis SP 136) werden für den neuen Lösungsvektorsatz  $p'_k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, m$ ) wiederholt.

Obwohl es in Fig. 15 nicht speziell gezeigt ist, muß das Erlangen des Bewertungswerts  $E_k$  nicht immer durchgeführt werden, sobald die Klangquelle präsentiert wird. Der vorherige Bewertungswert  $E_k$  wird oft derart entwickelt, daß er zu irgendeiner Zeit neu schreibbar ist, bevor der neue Lösungsvektor  $p'_k$  erzeugt wird.

Weiterhin ist zum Vermeiden einer Präsentation eines zu lauten Klangs oder eines zu leisen Klangs eine Bereichsgrenze für den Einstellwert von jeweils der Lautstärkesteuerung und dem Ausgabebegrenzer vorgesehen. Jedoch ist die Anzahl von Steuerungen zum Vorsehen der Bereichsgrenze nicht auf diese zwei Einheiten beschränkt. Die Bereichsgrenze kann an anderen Steuerungen gemäß dem Zweck vorgesehen sein, wie beispielsweise einer AGC-Steuerung und einer Tonsteuerung.

Zusätzlich wird der Grenzbereich eines Suchraums für den Lösungsvektor  $p_k$  unter Verwendung des Audiogramms und einer bekannten Anzahl von Formeln bestimmt. Jedoch werden durch Vorbereiten eines vorbestimmten Signals zur Untersuchung (wie beispielsweise eines reinen Tonklangs und eines Bandrauschen) im Klangquellen-Speicherelement 11a im voraus der Hörschwellenpegel (HTL) und/oder der unangenehme (Lautstärke-)Pegel (UCL), der angenehmste (Lautstärke-)Pegel (MCL) und ähnliches des Anwenders unter Verwendung dieses Signals gefunden, wobei Grenzen für die Werte der Steuerungen gemäß diesen gefundenen Werten vorgesehen sein können.

Die Anzahl von Entwicklungen des genetischen Algorithmus (GA) ist als die Endbedingungen beschrieben. Zusätzlich kann die Anpassungsoperation beendet werden, wenn der Lösungsvektor  $p_k$  von  $E_k = 5$  die vorbestimmte Anzahl übersteigt, oder wenn der Mittelwert von  $E_k$  den vorbestimmten Wert übersteigt.

Ebenso kann die Anpassungsoperation durch Abschätzen einer Konvergenzbedingung des genetischen Algorithmus (GA) aus dem euklidischen Abstand zwischen einem jeweiligen Lösungsvektor  $p_k$  und ähnlichem beendet werden, wenn die Konvergenzbedingung einen festen Pegel übersteigt. Der Lösungsvektor  $p_k$ , der den höchsten Bewertungswert im aktuellen Lösungsvektorsatz  $p_k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots, m$ ) erhalten hat, wird als der End-Anpassungswert behandelt, aber es wird derart angesehen, daß es eine Vielzahl von Lösungsvektoren  $p_k$  mit den meisten Punkten (5 Punkten) geben kann. In einem solchen Fall kann irgendeiner von diesen zufällig als der End-Anpassungswert ausgewählt werden, oder der Anwender wird wieder gefragt, auf nur den Lösungsvektor  $p_k$  mit den meisten Punkten zu hören und seinen bevorzugten Lösungsvektor  $p_k$  auszuwählen.

Bei den Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfin-

dung wird das vom Element 22a zum Präsentieren eines visuellen Diagramms präsentierte Diagramm als die durch den Lösungsvektor  $p_k$  erzeugten Frequenzantworten behandelt. Jedoch muß das Diagramm in diesem Fall nicht die Frequenzantworten sein, vorausgesetzt, daß das Diagramm auf der akustischen Information basiert, die durch den Lösungsvektor  $p_k$  ausgedrückt wird. Beispielsweise dann, wenn das Hörgerät von einem Typ ist (das sogenannte AGC-Hörgerät oder das nichtlineare Hörgerät), der die Eingabe/Ausgabe-Funktionen eines Klangs ändern kann, können die Eingabe/Ausgabe-Funktionen als das visuelle Diagramm behandelt werden.

Weiterhin kann das vom Element 22a zum Präsentieren eines visuellen Diagramms präsentierte Diagramm eine Zeit-Wellenform des Hörgeräts für einen Ausgabeklang sein, wenn der spezifizierte Ausgabeklang zum Hörgerät eingegeben wird. Der Eingangsklang kann in diesem Fall die im genetischen Algorithmus verwendete Klangquelle oder andere Klänge verwenden.

Das durch das Element 22a zum Präsentieren eines visuellen Diagramms präsentierte Diagramm kann ein Klangspektrogramm des Hörgeräts für einen Ausgabeklang sein, wenn das spezifizierte Klangsignal zum Hörgerät eingegeben wird. Der Eingangsklang kann in diesem Fall die im genetischen Algorithmus verwendete Klangquelle oder andere Klänge sein.

Bei dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist nur die Hörgeräte-Anpassungsoperation beschrieben, aber eine Anwendung des vorliegenden Systemoptimierungs-Einstellverfahrens ist nicht auf die Hörgeräte-Anpassungsoperation beschränkt. Dieses Systemoptimierungs-Einstellverfahren kann auch auf den Fall angewendet werden, bei welchem akustische Charakteristiken, die an die Präferenzen des Anwenders angepaßt sind, beispielsweise in der Audioeinrichtung erzeugt werden. In diesem Fall wird das vorliegende Systemoptimierungs-Einstellverfahren unter Verwendung der Werte einer Tonsteuerung, einer Lautstärkesteuerung und von ähnlichem in der Audioeinrichtung, auf die abzuzielen ist, als die Komponente des Lösungsvektors durchgeführt.

#### Patentansprüche

- Optimallösungsverfahren für ein Problem, welches Verfahren einen optimalen n-dimensionalen Lösungsvektor basierend auf den optimalen n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten entsprechend einer Vielzahl von Bedingungen bestimmt, wobei das Verfahren folgendes aufweist:  
einen ersten Schritt zum Darstellen von Positionen einer Vielzahl von optimalen n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten in einem zweidimensionalen Raum; einen zweiten Schritt zum Auswählen einer optionalen Koordinate im zweidimensionalen Raum; und einen dritten Schritt zum Berechnen eines n-dimensionalen Lösungsvektors entsprechend der ausgewählten optionalen Koordinate basierend auf den Koordinaten der Vielzahl von n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten im zweidimensionalen Raum;  
**dadurch gekennzeichnet**, daß ein optimaler n-dimensionaler Lösungsvektor basierend auf einer Vielzahl von optimalen n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten bestimmt wird.
- Optimallösungsverfahren nach Anspruch 1, wobei die Vielzahl von optimalen n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten durch einen interaktiven genetischen Algorithmus gefunden wird.
- Optimallösungsverfahren für ein Problem, welches

Verfahren zuläßt, daß ein Anwender einen optimalen n-dimensionalen Lösungsvektor basierend auf den optimalen n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten entsprechend einer Vielzahl von Bedingungen bestimmt, wobei das Verfahren folgendes aufweist:

einen ersten Schritt zum Darstellen von Positionen einer Vielzahl von optimalen n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten in einem zweidimensionalen Raum; einen zweiten Schritt zum Zulassen, daß der Anwender eine optionale Koordinate im zweidimensionalen Raum auswählt; und

einen dritten Schritt zum Berechnen eines n-dimensionalen Lösungsvektors entsprechend der optionalen Koordinate, die der Anwender ausgewählt hat, basierend auf den Koordinaten der Vielzahl von n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten im zweidimensionalen Raum und einem Bewertungswert der Vielzahl von n-dimensionalen Lösungsvektoren, die im voraus erhalten worden sind, durch den Anwender;

dadurch gekennzeichnet, daß der Anwender einen optimalen n-dimensionalen Lösungsvektor basierend auf der Vielzahl von optimalen n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten bestimmen kann.

4. Optimallösungsverfahren nach Anspruch 3, wobei der Bewertungswert, der durch den Anwender der Vielzahl von n-dimensionalen Lösungsvektoren zugeordnet wird, durch einen interaktiven genetischen Algorithmus erhalten wird.

5. Optimallösungsverfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, wobei der n-dimensionale Lösungsvektor Einstellparameter eines Hörgeräts aufweist.

6. Optimallösungsverfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, wobei der n-dimensionale Lösungsvektor Einstellparameter eines Bildes aufweist.

7. Optimallösungsverfahren nach Anspruch 1, 2, 3, 4 oder 5, wobei die Vielzahl von optimalen n-dimensionalen Lösungsvektorkandidaten optimale n-dimensionale Lösungsvektoren für eine Vielzahl von Klangquellen sind.

8. Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung, die folgendes aufweist:

eine Parameter-Schreibeinrichtung (2c) zum Umwandeln eines durch das Optimallösungsverfahren nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 5 oder 7 gefundenen n-dimensionalen Lösungsvektors in Einstellparameterwerte des Hörgeräts (4) und zum Schreiben der Einstellparameterwerte in ein Hörgeräteparameter-Speicherelement (5) des Hörgeräts (4);

eine Klangquellen-Speichereinrichtung (1a) zum Speichern einer Klangquelle; und

eine Klangquellen-Präsentationseinrichtung (1d) zum Präsentieren der Klangquelle zum Hörgerät (4).

9. Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung, die folgendes aufweist:

eine Parameter-Schreibeinrichtung (2c) zum Umwandeln eines durch das Optimallösungsverfahren nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 5 oder 7 gefundenen n-dimensionalen Lösungsvektors in Einstellparameterwerte des Hörgeräts (4) und zum Schreiben der Einstellparameterwerte in ein Hörgeräteparameter-Speicherelement (5) des Hörgeräts (4);

eine Klangquellen-Speichereinrichtung (1a) zum Speichern einer Klangquelle;

eine Klangquellen-Präsentationseinrichtung (1d) zum Präsentieren der Klangquelle zum Hörgerät (4); und

eine Anzeigeeinrichtung (3) zum Anzeigen der Einstellparameterwerte des Hörgeräts und/oder eines visuellen Diagramms basierend auf akustischer Informa-

tion, die durch den n-dimensionalen Lösungsvektor ausgedrückt wird.

10. Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung nach Anspruch 9, wobei das visuelle Diagramm eine Frequenzantwort der akustischen Information ist. 5

11. Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung nach Anspruch 9, wobei das visuelle Diagramm eine Eingabe/Ausgabe-Funktion der akustischen Information ist.

12. Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung nach Anspruch 9, wobei das visuelle Diagramm eine Zeit-Wellenform der akustischen Information ist. 10

13. Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung nach Anspruch 9, wobei das visuelle Diagramm ein Klangspektrogramm der akustischen Information ist.

14. Hörgeräte-Anpassungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, wobei ein n-dimensionaler Lösungsvektor entsprechend einer optionalen Koordinate, die ein Anwender ausgewählt hat, in die Einstellparameter des Hörgeräts (4) umgewandelt wird und in das Hörgeräteparameter-Speicherelement (5) des Hörgeräts (4) geschrieben wird, und dem Anwender die Vielzahl von Klangquellen in Aufeinanderfolge präsentiert wird. 15

15. Systemoptimierungs-Einstellverfahren unter Verwendung eines interaktiven genetischen Algorithmus, 25 wobei dann, wenn ein neuer Lösungsvektorsatz durch Durchführen einer arithmetischen Rekombinationsoperation basierend auf einer genetischen Rekombination eines Lösungsvektors in einem Lösungsvektorsatz basierend auf einem Eignungswert jedes Lösungsvektors 30 erzeugt wird, eine vorbestimmte Anzahl von Lösungsvektoren, für welche der Eignungswert in bezug auf den Rang innerhalb des Lösungsvektorsatzes der vorangehenden Erzeugung höher ist, im neuen Lösungsvektorsatz enthalten ist, dadurch gekennzeichnet, 35 daß der Lösungsvektor, für welchen der Eignungswert rangmäßig höher ist, spezifiziert wird.

16. Systemoptimierungs-Einstellvorrichtung unter Verwendung eines interaktiven genetischen Algorithmus, wobei die Vorrichtung folgendes aufweist: 40 ein Lösungsvektorsatz-Erzeugungselement (12b) zum Erzeugen eines neuen Lösungsvektorsatzes durch Durchführen einer arithmetischen Rekombinationsoperation basierend auf einer genetischen Rekombination eines Lösungsvektors im Lösungsvektorsatz basierend auf einem Eignungswert eines jeweiligen Lösungsvektors; 45 wobei das Lösungsvektorsatz-Erzeugungselement (12b) eine Funktion zum Enthalten einer vorbestimmten Anzahl von Lösungsvektoren, für welche der Eignungswert innerhalb des Lösungsvektorsatzes der vorangehenden Erzeugung rangmäßig höher ist, im neuen Lösungsvektorsatz hat; dadurch gekennzeichnet, daß ein Element zum Ausdrücken eines Lösungsvektors zum klaren Ausdrücken 50 eines Lösungsvektors vorgesehen ist, für welchen der Eignungswert rangmäßig höher ist.

17. Systemoptimierungs-Einstellverfahren nach Anspruch 15 und Systemoptimierungs-Einstellvorrichtung nach Anspruch 16, wobei ein Lösungsvektor, für 55 welchen der Eignungswert rangmäßig höher ist, in einer Farbe spezifiziert ist, die sich von anderen Lösungsvektoren unterscheidet.

18. Systemoptimierungs-Einstellverfahren nach Anspruch 15 oder 17 und Systemoptimierungs-Einstellvorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, wobei ein Lösungsvektor, für 60 welchen der Eignungswert rangmäßig höher ist, in einer anderen Helligkeit als andere Lö- 65

sungsvektoren spezifiziert ist.

19. Systemoptimierungs-Einstellverfahren nach Anspruch 15, 17 oder 18 und Systemoptimierungs-Einstellvorrichtung nach Anspruch 16, 17 oder 18, wobei ein Lösungsvektor, für welchen der Eignungswert rangmäßig höher ist, in einer Form spezifiziert ist, die sich von anderen Lösungsvektoren unterscheidet.

20. Systemoptimierungs-Einstellverfahren unter Verwendung eines interaktiven genetischen Algorithmus, von welchem das Subjekt akustische Information ist, wobei dann, wenn die akustische Information, die durch einen jeweiligen Lösungsvektor ausgedrückt wird, einem Anwender präsentiert wird, ein visuelles Diagramm basierend auf der akustischen Information zur Verfügung gestellt wird, die durch einen jeweiligen Lösungsvektor ausgedrückt wird.

21. Systemoptimierungs-Einstellvorrichtung unter Verwendung eines interaktiven genetischen Algorithmus, von welchem das Subjekt akustische Information ist, welche Vorrichtung ein Element (11) zum Präsentieren akustischer Information zum Präsentieren der akustischen Information, die durch einen jeweiligen Lösungsvektor ausgedrückt wird, zu einem Anwender aufweist; und ein Element (22a) zum Präsentieren eines visuellen Diagramms zum Bereitstellen eines visuellen Diagramms basierend auf der akustischen Information, die durch einen jeweiligen Lösungsvektor ausgedrückt wird.

22. Systemoptimierungs-Einstellverfahren nach Anspruch 20 und Systemoptimierungs-Einstellvorrichtung nach Anspruch 21, wobei das visuelle Diagramm eine Frequenzantwort der akustischen Information ist.

23. Systemoptimierungs-Einstellverfahren nach Anspruch 20 und Systemoptimierungs-Einstellvorrichtung nach Anspruch 21, wobei das visuelle Diagramm eine Eingabe/Ausgabe-Funktion der akustischen Information ist.

24. Systemoptimierungs-Einstellverfahren nach Anspruch 20 und Systemoptimierungs-Einstellvorrichtung nach Anspruch 21, wobei das visuelle Diagramm eine Zeit-Wellenform der akustischen Information ist.

25. Systemoptimierungs-Einstellverfahren nach Anspruch 20 und Systemoptimierungs-Einstellvorrichtung nach Anspruch 21, wobei das visuelle Diagramm ein Klangspektrogramm der akustischen Information ist.

---

Hierzu 16 Seite(n) Zeichnungen

---

FIG. 1

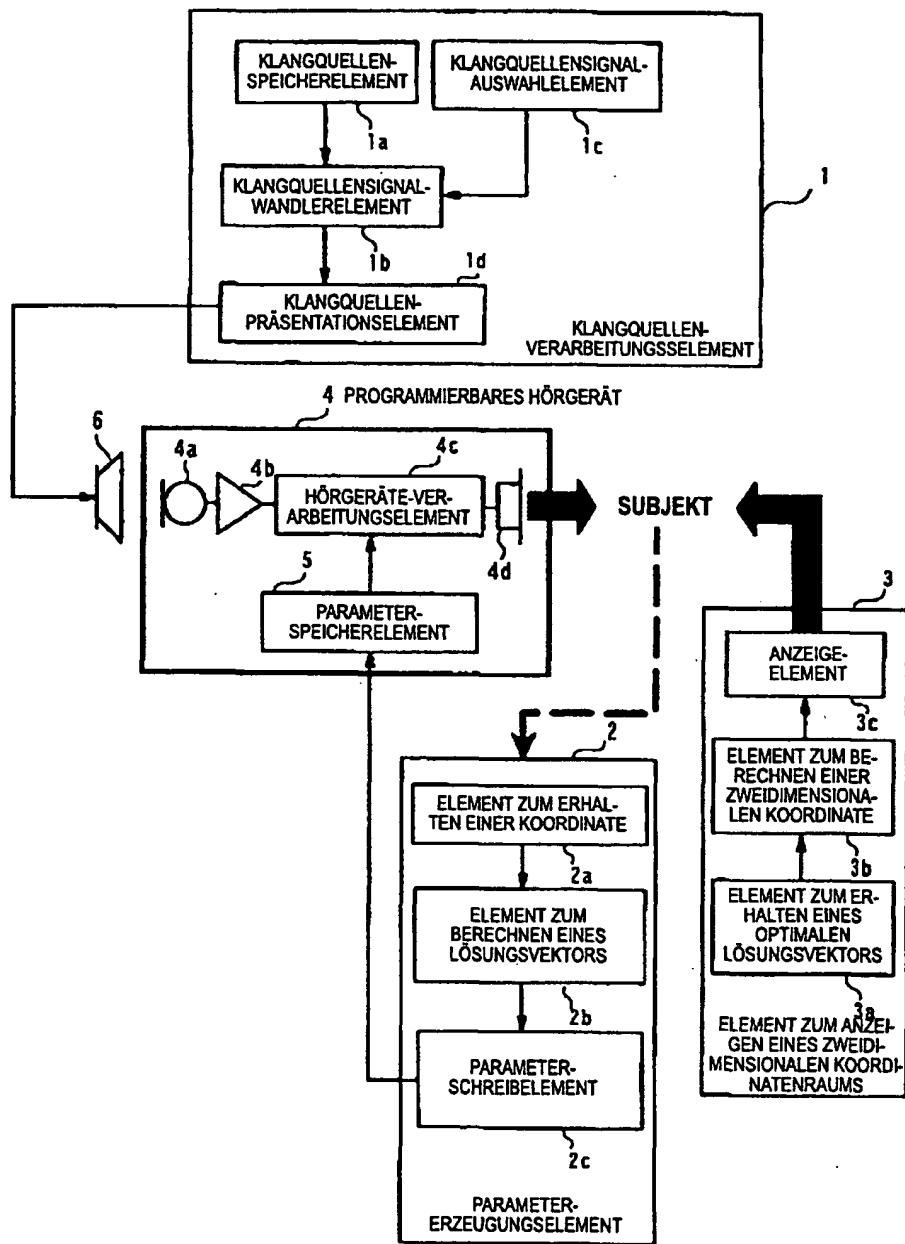


FIG. 2

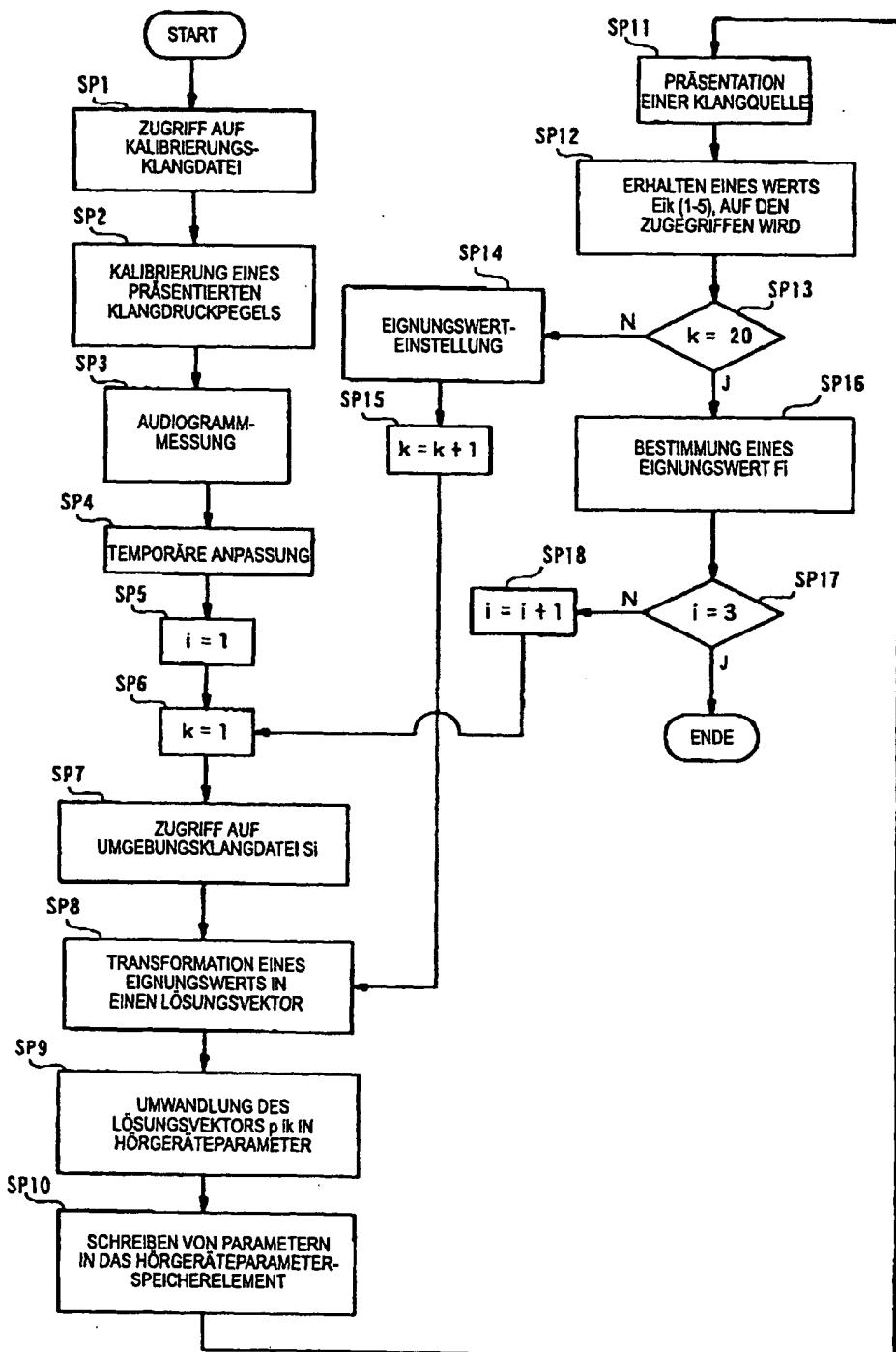


FIG. 3

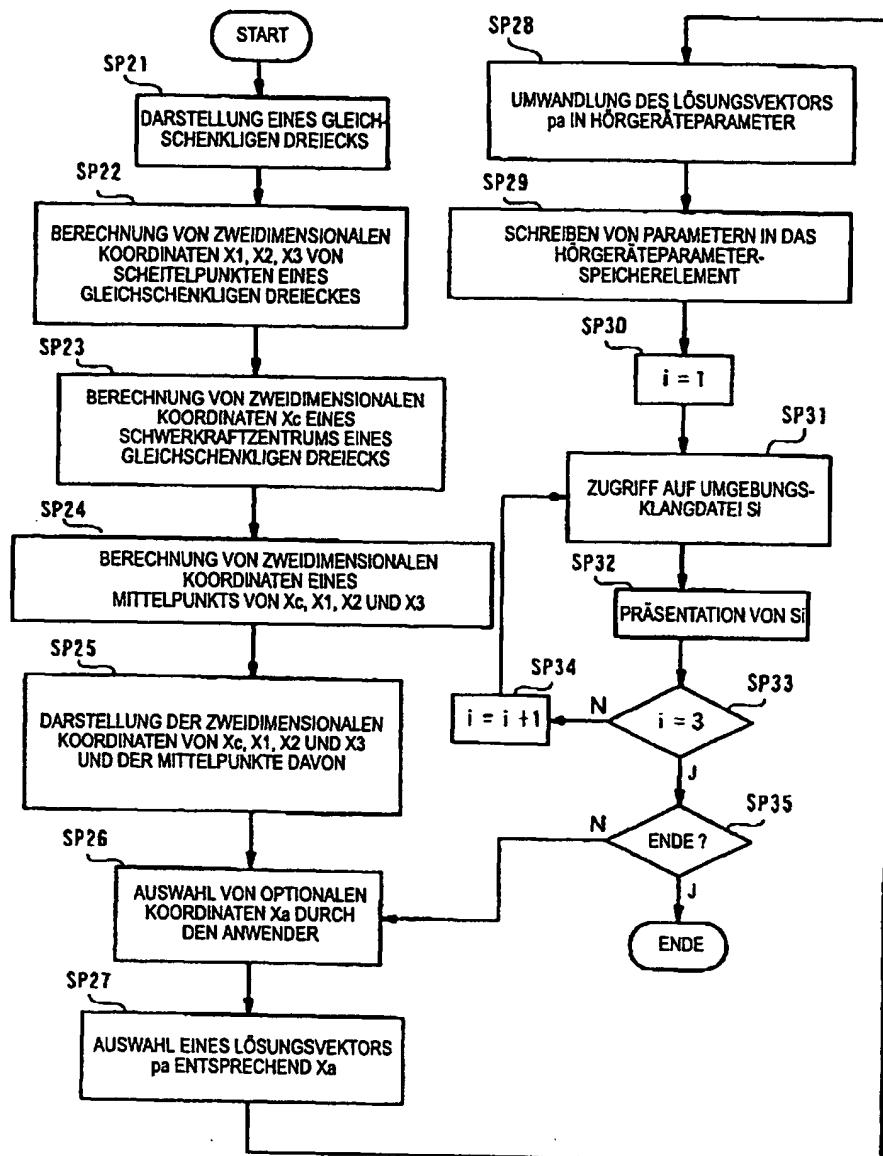


FIG. 4

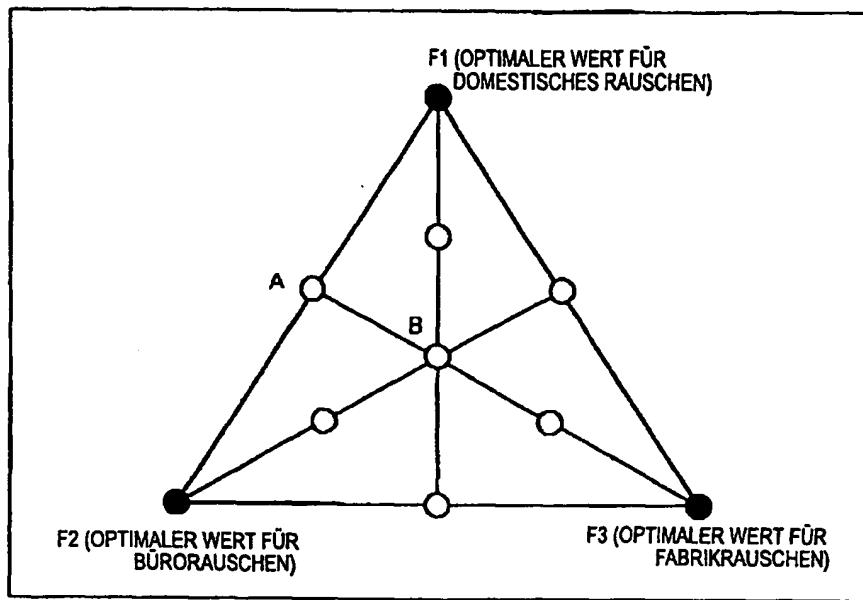


FIG. 5

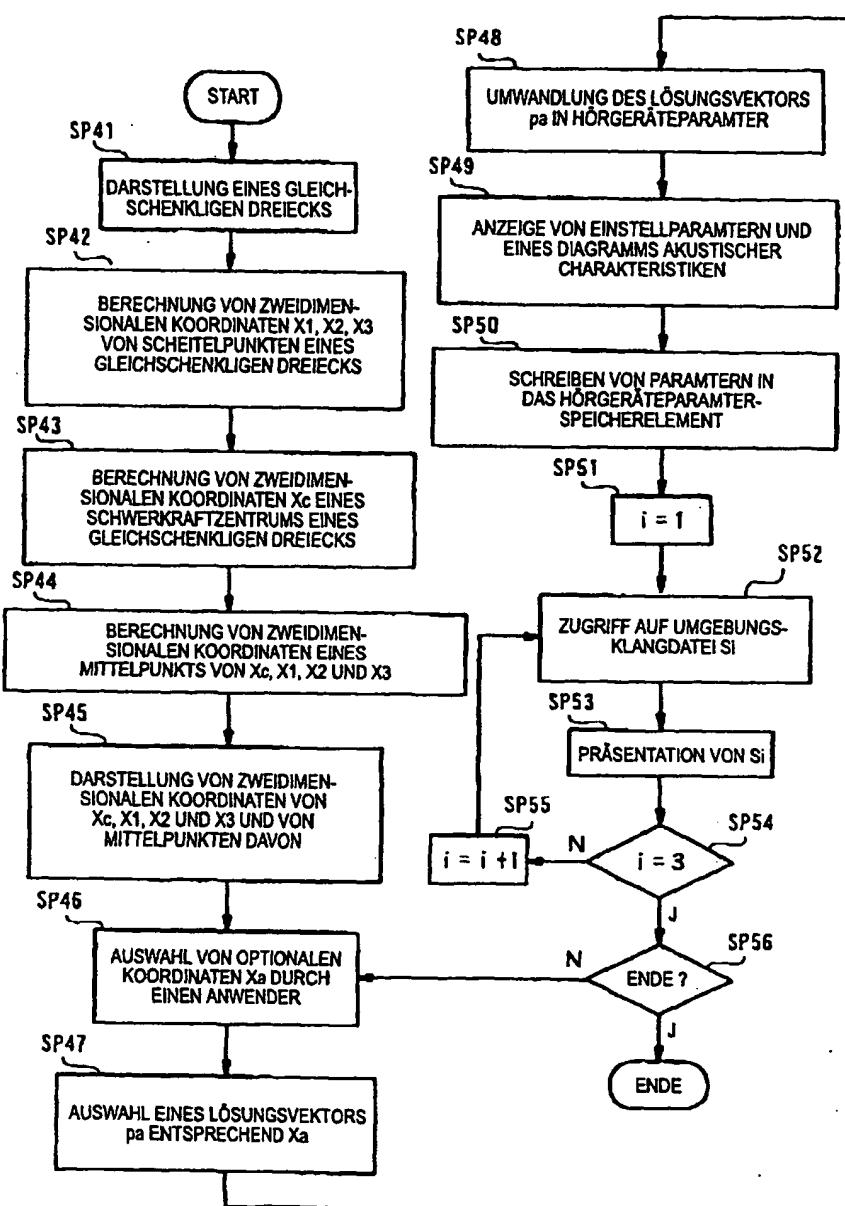


FIG. 6

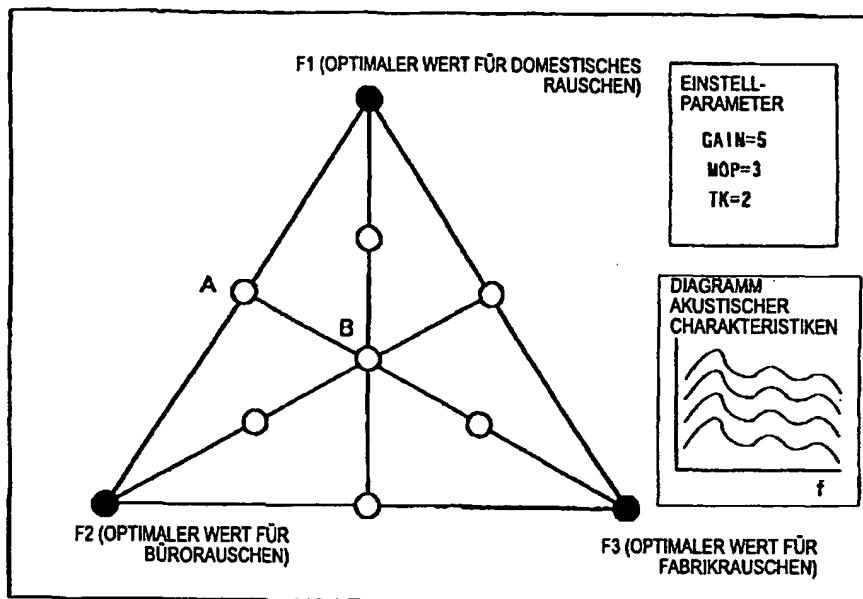


FIG. 7

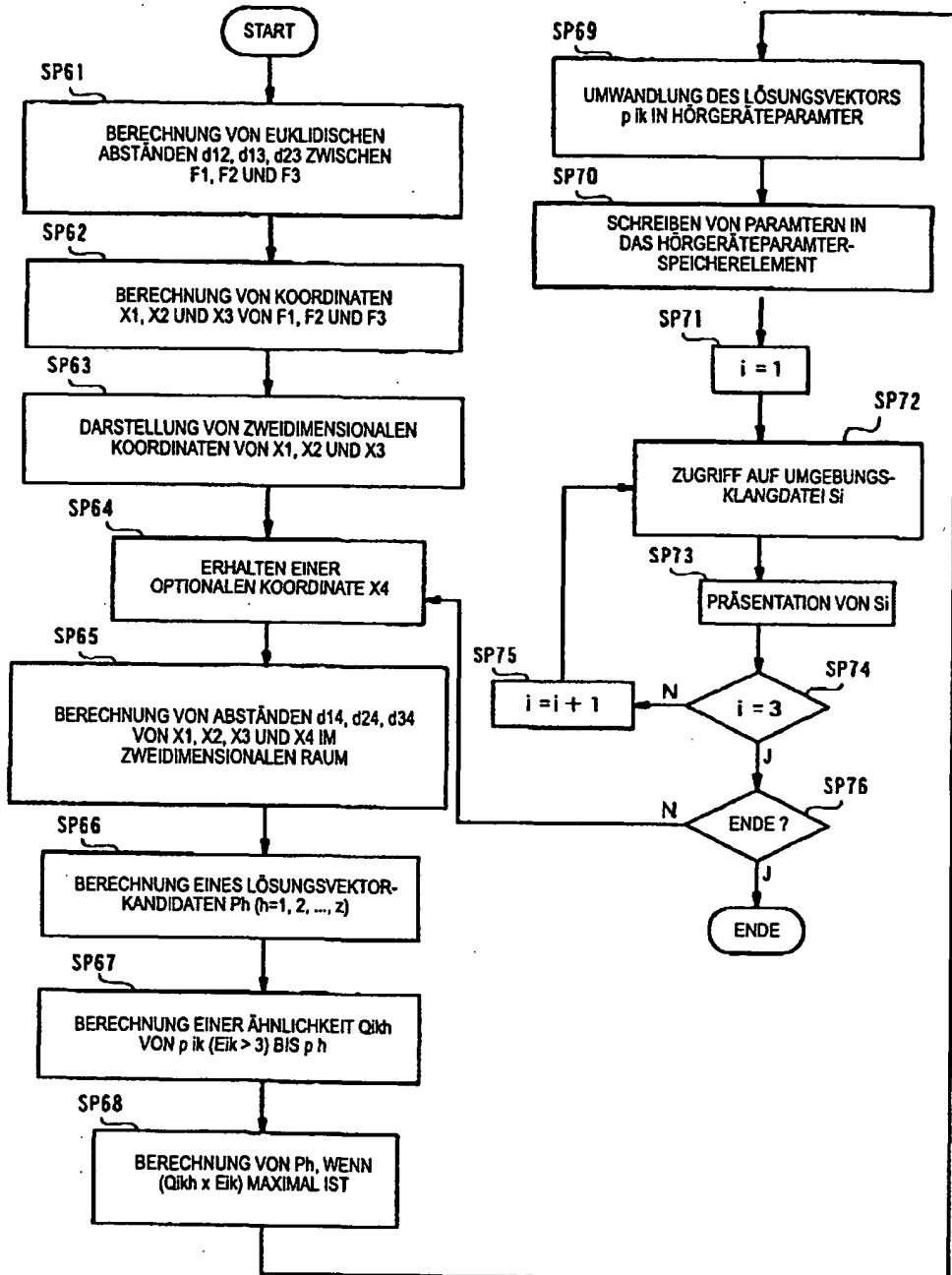


FIG. 8

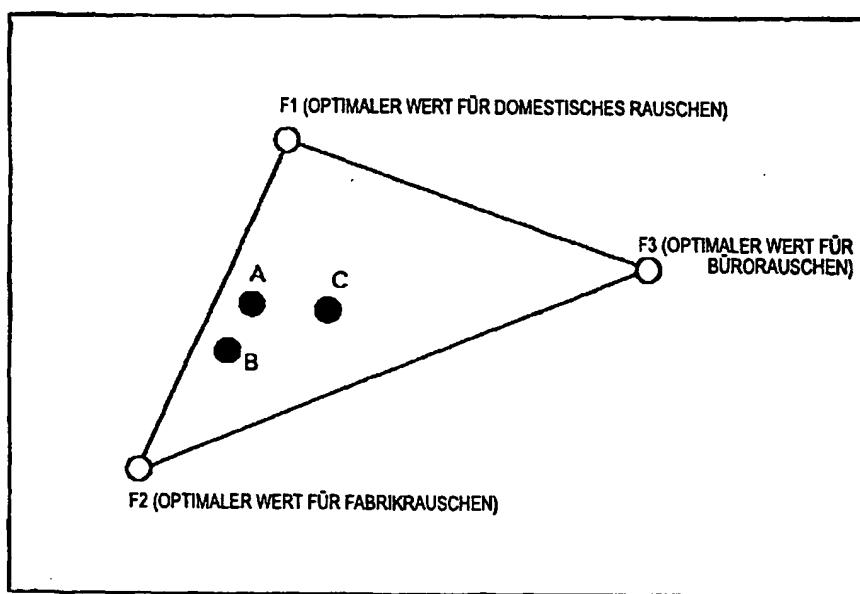


FIG. 9

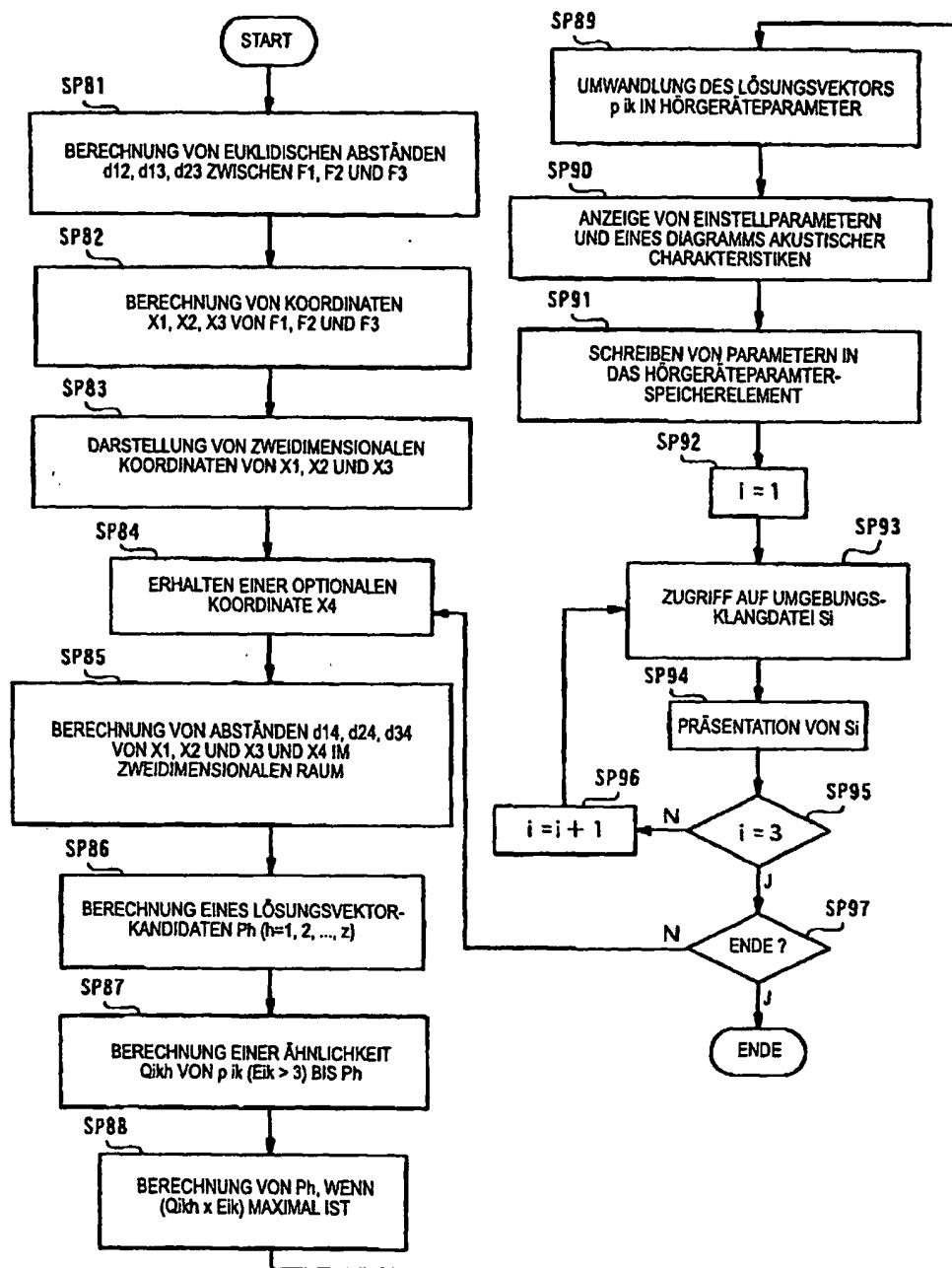


FIG. 10

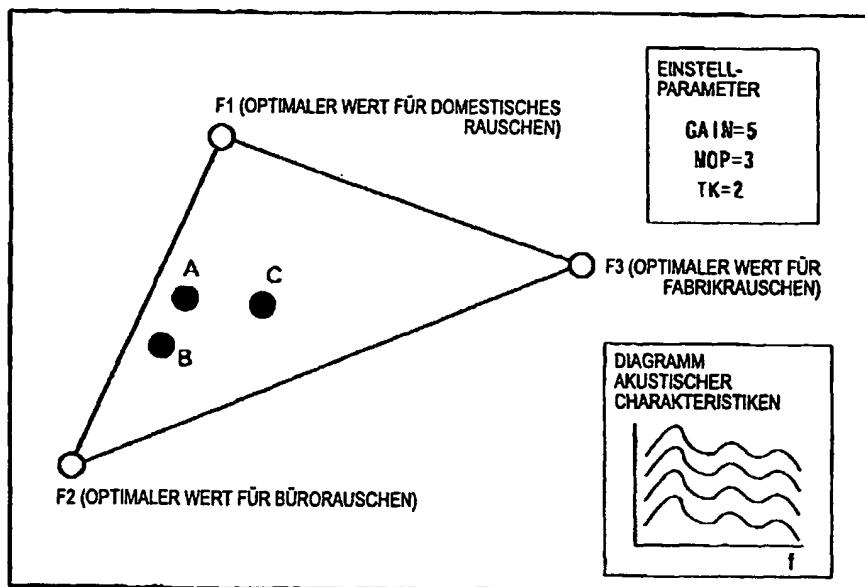


FIG. 11

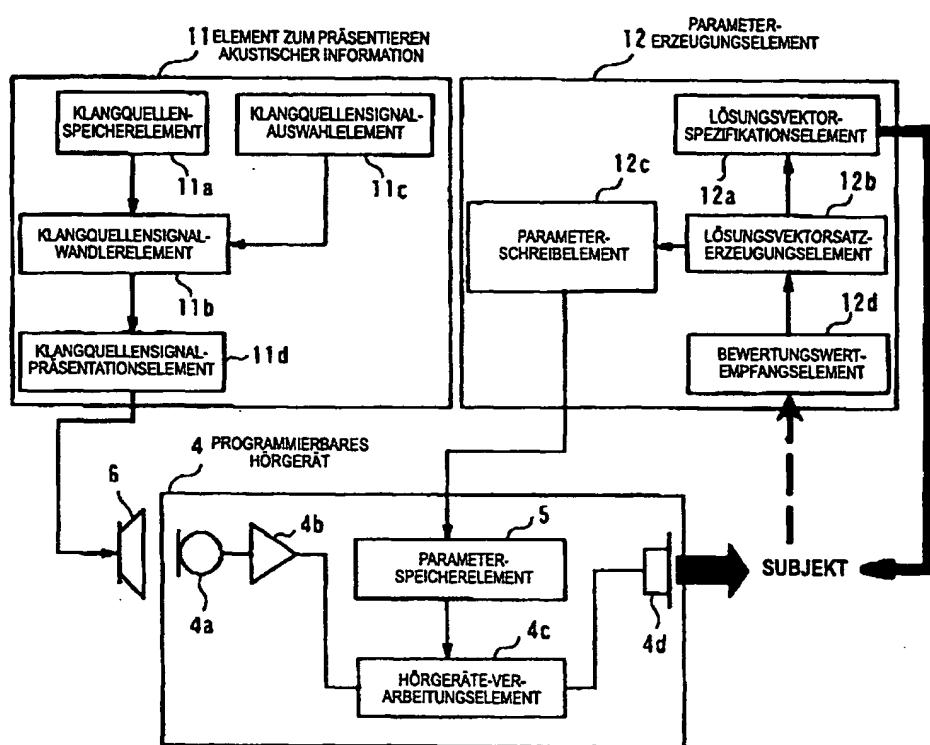


FIG. 12

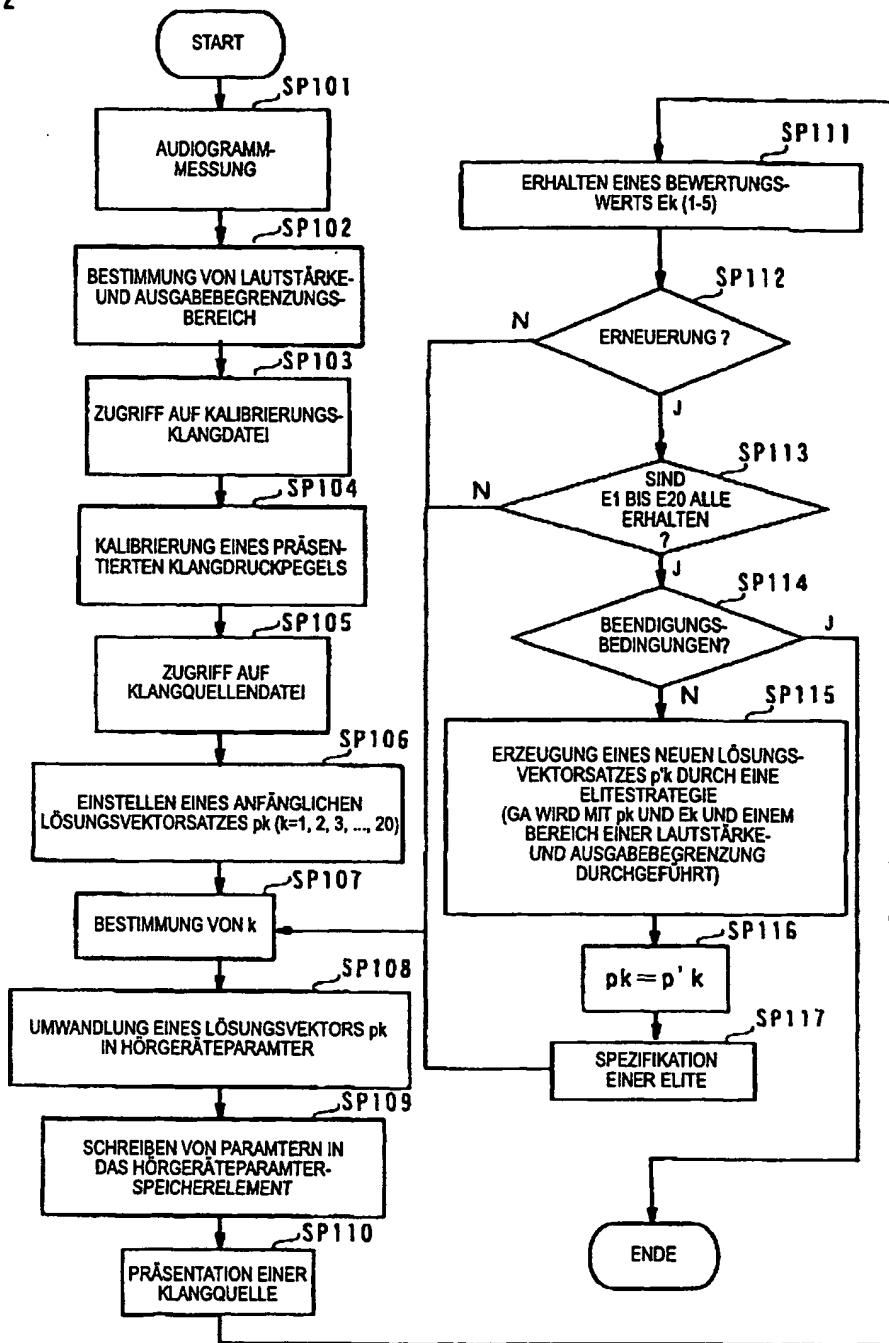
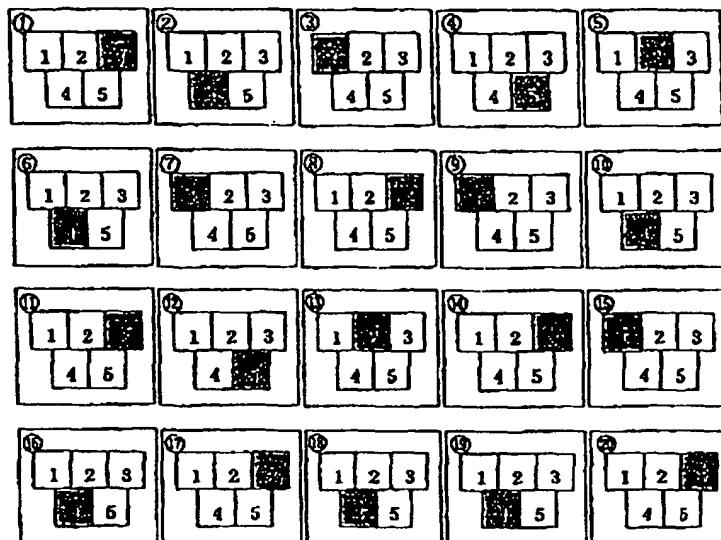


FIG. 13

(a)



(b)

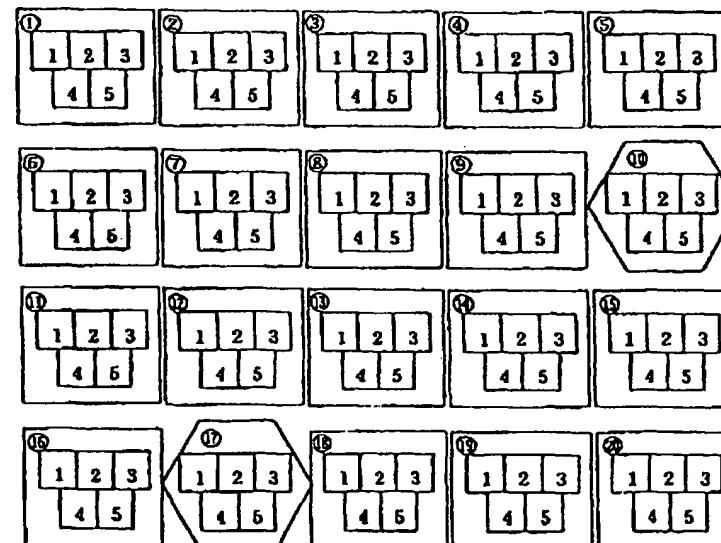


FIG. 14

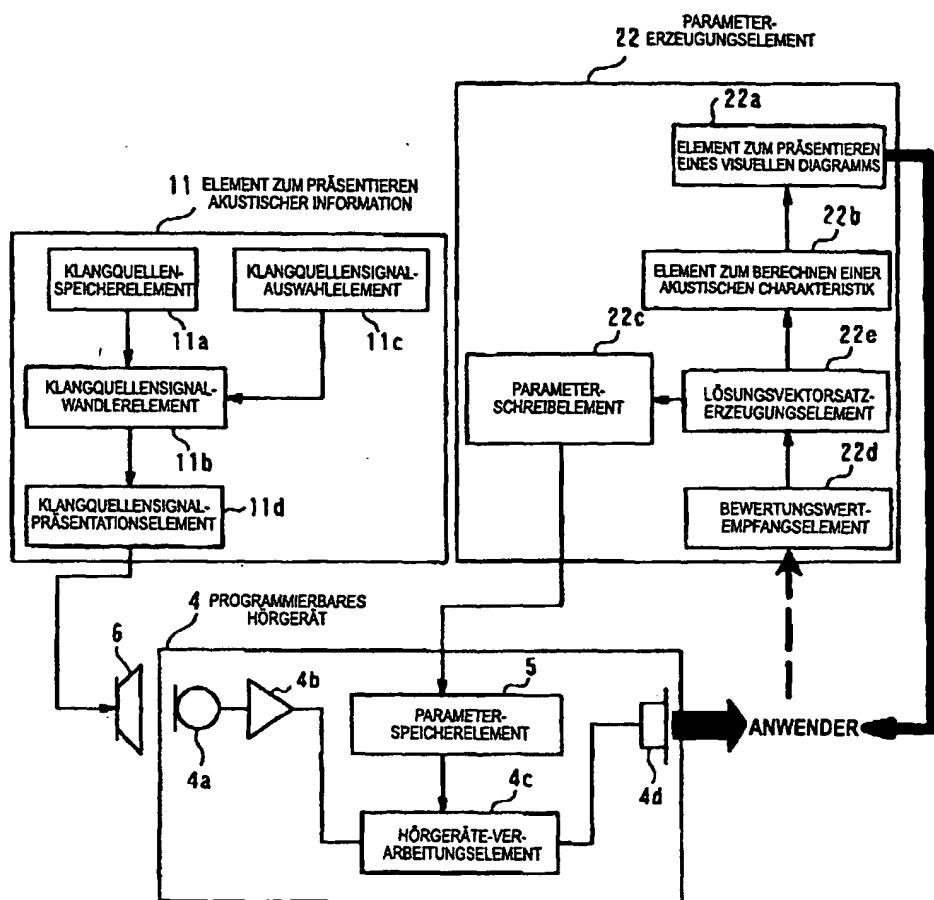


FIG. 15

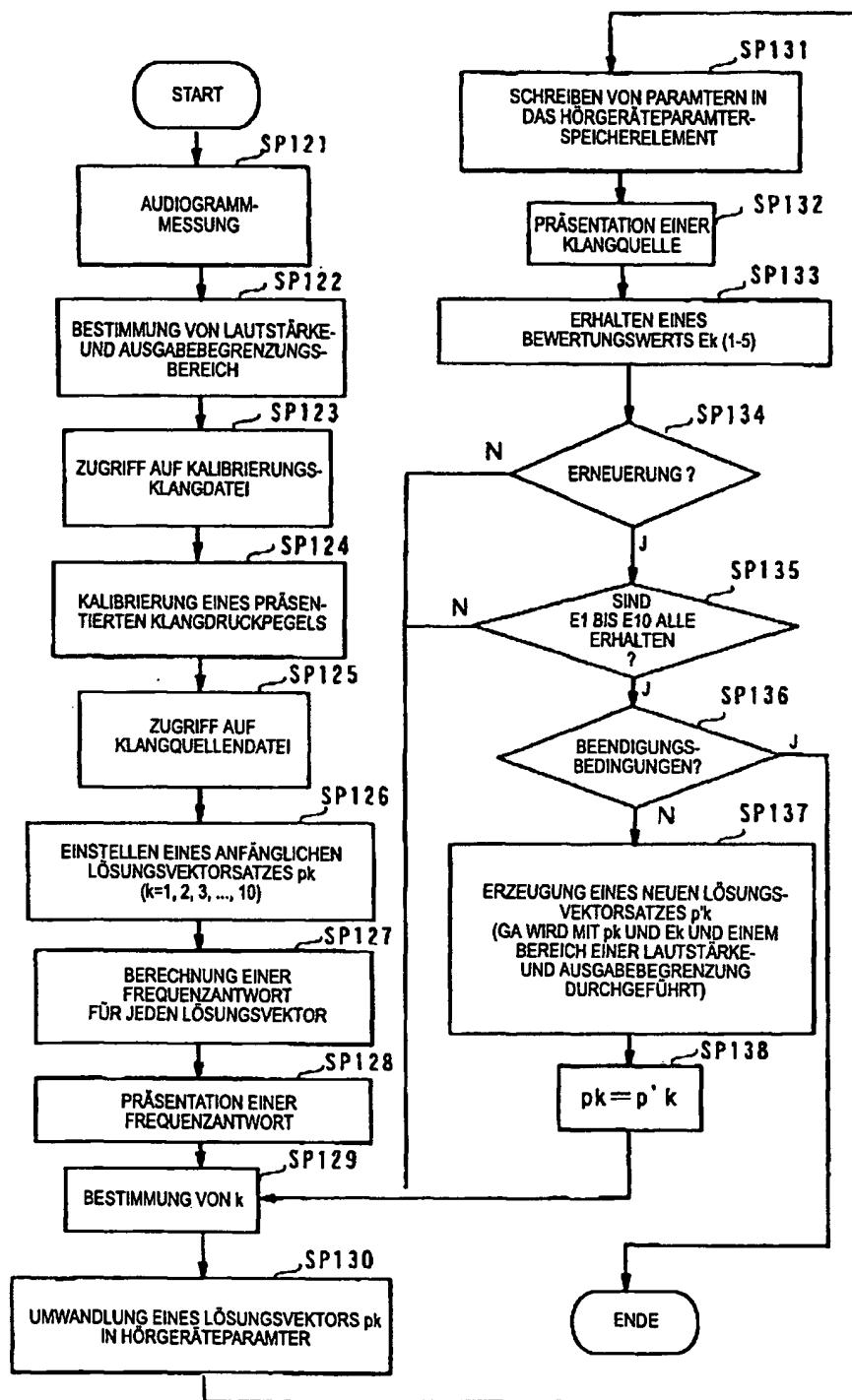


FIG. 16

